

Nr. 1. 1893



Stürme

und

moderne Meteorologie

Vierter Vortrag:

Die Ursachen der Barometerschwankungen.

Gehalten vor dem VI. Congresse der Deutschen Meteorologen
in Braunschweig, Juni 1892

von

Wm. Blasius.

Mit sechs Abbildungen.



Braunschweig 1893.

Druck und Verlag von Albert Limbach.



US Braunschweig 84



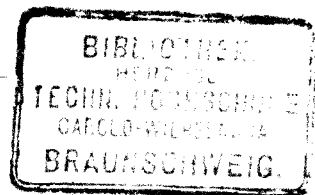
2322-937-6

Vierter Vortrag.


Die Ursachen
der
Barometerschwankungen.

Gehalten
vor dem VI. Congresse der Deutschen Meteorologen
in Braunschweig, Juni 1892

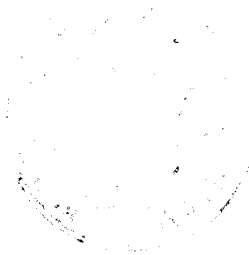

von
W^m. Blasius.



Braunschweig.
Druck und Verlag von Albert Limbach.
1893.



Nachdruck und Uebersetzungsrecht vorbehalten.



Inhalt.

Die Ursache des Fallens und Steigens des Barometers.

Die drei verschiedenen Arten von Bewegungen des Barometers:

1. Eine gleichmässige allmählich ab- und aufwärts gehende Bewegung.
2. Eine in gleicher Höhe fortschreitende Bewegung.
3. Eine sprungweise plötzlich ab- und aufwärts gehende Bewegung.

Die Erklärung des Barogramms oder der Druckveränderungen während der Hochdruckstürme und den damit zusammenhängenden Hagelstürmen, Tornados etc., am 1. Juli 1891.

Entstehung der sogenannten Gewitternasen, Gewittersäcke etc.

Die Gesetze über die gegenseitigen Beziehungen aller vier meteorologischen Factoren:

Wärme, Druck, Feuchtigkeit und Windesrichtung zu einander.

Die tropischen Cyclonen und die in der gemässigten Zone vorkommenden Tornados haben eine ähnliche Entstehung, ähnliche Barogramme, d. h. ähnliche Druck-Curven, und sind daher ähnliche Stürme und nur in Stärke verschieden von einander.

Praktische Nutzenanwendung:

Wie kann ein Jeder Temperaturveränderungen vorher erkennen.



Vorwort.

Der folgende Vortrag, gehalten vor der VI. allgemeinen Versammlung der Deutschen meteorologischen Gesellschaft in Braunschweig, im Juni 1892, ist eine wesentliche Ergänzung der drei Vorträge über die Hochdruckstürme und die damit zusammenhängenden Wirbelstürme, welche am 1. Juli 1891 in Braunschweig und der Umgegend solch' unvergessliche Verwüstungen angerichtet haben. Er behandelt die Ursache der Barometerschwankungen und die Erklärungen des Barogramms während dieses verhängnissvollen Tages. Alle vier Vorträge haben den Zweck, die Grundanschauungen und Gesetze, welche ich während meines vierzigjährigen Aufenthalts im Lande der Stürme (Amerika) an messbaren Gegenständen gewonnen, meinen früheren Landsleuten in der Natur zur Anschauung zu bringen. Hierzu waren drei Dinge nöthig: 1. Ein längerer Aufenthalt in Deutschland, um die in Amerika an charakteristischen Stürmen gemachten Erfahrungen mit den viel complicirteren meteorologischen Verhältnissen hier vergleichen zu können; 2. solche Stürme, welche einigermaassen Vergleichungspunkte mit den gewaltigeren Erscheinungen in Amerika darboten und 3. Meteorologen, die es vorziehen, sich in der Natur durch eigene Anschauung, statt wie gewöhnlich aus Büchern zu unterrichten. Das Erstere wurde

VI

mir durch die lebenswürdige Gastfreundschaft meines Neffen, Prof. Dr. R. Blasius, möglich gemacht. Charakteristische Stürme, wie sie in Deutschland höchst selten vorkommen, wurden mir sogar nach Braunschweig gesandt. In Bezug auf No. 3 wurden meine gerechten Erwartungen wenig befriedigt.

Nachdem ich im Jahre 1851 meine Entdeckung von der gesetzmässigen Anordnung der Zerstörung im Tornado von West-Cambridge (Mass.) in der Akademie der Wissenschaften in Boston bekannt gemacht hatte, kamen die beiden verdienstvollen Amerikanischen Meteorologen — Redfield und Espy — hunderte von Meilen, um sich durch mich an Ort und Stelle persönlich von den Thatfachen zu überzeugen; hier fand ich Niemand, als den hiesigen Lokalbeobachter Klages, der ein reges Interesse an der Sache nahm. Und doch geben uns gerade diese Art Erscheinungen die Schlüssel zum Verständnisse der Luftbewegungen in die Hand.

So ist es denn nicht zu verwundern, dass die drei ersten Vorträge über diese Stürme mit Stillschweigen übergangen werden mussten. Wie kann man auch über eine Erscheinung mit Verständniss sprechen, die man nicht gesehen hat.

Die schwere Anklage, welche ich im zweiten der drei Vorträge in Bezug auf die Vernachlässigung dieser gefährlichsten aller Stürme gegen die sogenannte „moderne“ Meteorologie (nicht gegen den Capitän der „Indiana“, erhoben habe, hat $11\frac{1}{2}$ Jahr nach dem Erscheinen desselben, Prof. Köppen, den zweiten Beamten der Deutschen Seewarte veranlasst, in den Annalen der Hydrographie,¹⁾ deren Redacteur er ist, auf die Sache einzugehen. Da mir die Aufnahme einer Erwiderung in der genannten Zeitschrift (nach Prof. Köppens Mittheilung) nicht gestattet sein wird, so will ich hier ein Paar Bemerkungen in Bezug darauf

¹⁾ Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, April 1893, pag. 160.

VII

einschieben. umsomehr, als die Sache mit dem folgenden Vortrage in enger Beziehung steht, und von Bedeutung für die Schifffahrt ist.

Prof. Köppen sagt: „Die Aeusserungen des Verfassers über den eingangs erwähnten Orkan der »Indiana« bieten ein Beispiel der leider auf diesem Gebiete ausserhalb des Kreises der Seelente und Fachmeteorologen so häufig anzutreffenden Uebereilung des Urtheils. Herr Blasius fusst auf einer einzigen dürftigen Zeitungsnotiz; dennoch ist er bereit, den Capitän und die »moderne Meteorologie« anzuklagen, dass sie die schwere Gefahr verschuldet hätten, in die das Schiff gerieth, da diese bei Befolgung seiner, des Verfassers, richtigen Anschauungen leicht hätte vermieden werden können. Wie wenig begründet diese vermessene Behauptung ist, zeigt die Washingtoner Pilot Chart für October 1891 und Juli 1892, wo dieser Sturm nach viel grösserem Beobachtungsmaterial als ein regelrechter Wirbelsturm vom Typus der westindischen Orkane sich erweist, mit kleinem Durchmesser, aber grosser Intensität, und die roh parabelförmige Bahn von dessen Centrum von gegenüber Portorico bis jenseits Neufundland verfolgt werden konnte. Allein wenn der Charakter des Sturmes auch ein anderer gewesen wäre — die Schroffheit des Urtheils steht mit der Schwäche seiner Begründung jedenfalls in schreiendem Widerspruch!“

In diesen Worten, die keine sachliche Begründung des allgemein gehaltenen Urtheils enthalten, fällt so recht der Gegensatz in der Pflichtauffassung eines deutschen und eines amerikanischen Beamten in der sehr verantwortlichen Stellung der betreffenden Seewarten auf. Während Professor Köppen, ein Gelehrter, den ich hoch schätze, seine Leser, die Seelente, die das meiste Interesse in dieser Sache und die beste Gelegenheit haben, verschiedene Anschauungen und Gesetze auf ihre Richtigkeit zu prüfen, und zu dem Zwecke die verschiedenen Anschauungen kennen lernen sollten, ängstlich vom Lesen einer andern, als der patentirten Ansicht zurückschreckt, schrieb mir der

VIII

verstorbene Commodor Wyman, langjähriger Chef des Hydrographischen Bureau und daher Dirigent in der Anfertigung der Washingtoner Pilot Charts, ein wissenschaftlich gebildeter und erfahrener Seemann, bald nach dem Erscheinen meines Werkes: „Your Work bears out my experience, I have introduced it in the Navy.“ („Ihr Werk stimmt ganz mit meinen Erfahrungen überein, ich habe es in der Marine eingeführt.“) Und Commodor Wyman ist unter den praktischen Seeleuten nicht der einzige, der meine Anschauungen theilt. Das Urtheil theoretisch gebildeter Fachmeteorologen scheint mir in dieser Sache von weniger Bedeutung zu sein. Ausserdem ist gar kein Widerspruch zwischen meiner Darstellung der Sache und der der Pilot Charts. Die Darstellungen behandeln verschiedene Dinge und sind gleichfalls Parallel-Gespräche, die sich nicht berühren. Ich behandle den Sturm oder besser die beiden Stürme — den Hochdrucksturm und den damit zusammenhängenden Cyclon — nach ihrem Wesen, ihrer Natur, und in ihrer Beziehung zur Lage des Schiffes „Indiana“ und zeige, wie das Schiff die Stürme hätte vermeiden oder sich aus denselben hätte retten können, wenn der Capitän den Zusammenhang der beiden Stürme gekannt hätte. Die Pilot Charts behandeln nur den Lauf des Cyclons (der Hochdrucksturm kommt als solcher nicht in Betracht), wie er aus Berichten verschiedener Schiffe an verschiedenen Stellen hervorzugehen scheint. Auf das letztere habe ich mich nicht eingelassen, weil mir das „reiche Beobachtungsmaterial“ dazu nicht zu Gebote stand und auch keine Beziehung zur „Indiana“ hatte. In Bezug auf die „Indiana“ hätte auch ich mehr Daten gewünscht. Wenn man indessen diese Stürme so lange und in der Weise studirt hat, wie ich dies gethan und wiederholt auseinandergesetzt habe, so erreicht man die Fähigkeit, aus wenigen beobachteten Thatsachen auf solche zu schliessen, die damit zusammenhängen, eine Fähigkeit, die für die Seeleute von noch ungeahntem Werthe ist. Ich sehe daher keine „Vermessenheit“ in meinem Urtheile über die

IX

„Indiana“; sie bestände denn darin, dass ich mit Professor Köppen nicht übereinstimme. (Ueber den „Typus der regelrechten Wirbelstürme der westindischen Orkane“ vergleiche man das über den Martinique-Orkan weiter unten im folgenden Vortrage Gesagte.)

Prof. Köppen sagt S. 160: „Die durchweg originelle Auffassung und Darstellung des Verfassers, sein völliger Verzicht auf die Hilfsmittel der neueren Meteorologie — Wetterkarten und Meteorogramme — machen es sehr schwierig, dem Wege seiner Gedanken zu folgen.“

Da meine ersten Untersuchungen und grundlegende Resultate circa zehn Jahre vor dem Zeitpunkte (1860) gemacht wurden, mit welchem Prof. Köppen die „moderne“ Meteorologie (Wetterkarten und Meteorogramme) ihren Anfang nehmen lässt, so versteht es sich von selbst, dass ich diese Hilfsmittel der neueren Meteorologie in dieser Form nicht benutzen konnte; dieselben waren noch nicht vorhanden. Ich erreichte indessen mit meiner continuirlichen Beobachtungs-Methode, welche die Meteorographen mehr als ersetzt, obgleich mit unendlich mehr Mühe und Arbeitsaufwand, schon im Jahre 1851 Resultate, welche die „moderne, geläuterte“ Meteorologie jetzt erst „ahnt“ und gerne finden möchte, aber auf der eingeschlagenen allgemeinen Heerstrasse nicht finden wird und nicht finden kann. „Die Berücksichtigung der verticalen Vertheilung der Phänomene und der Zustände in höheren Schichten der Atmosphäre, welche sich (nach Köppen) jetzt schon dafür (d. h. für die Verbesserung der Wetterkarten) als unabweislich nothwendig aufdrängt (siehe S. 161)“, wurde von mir schon im Jahre 1851 durch die Entdeckung der Begegnungsfläche und der schräg übereinander gehenden Luftströmungen verschiedener Temperatur und Dichtigkeit festgestellt (s. Appendix A in „Storms“). Auf dieser festen Grundlage führte mich der Weg zu den gegenseitigen, gesetzlichen Beziehungen der vier meteorologischen Factoren — Wärme, Feuchtigkeit, Druck und Windesrichtung — und zu der Classification

der Stürme. Auch das Buys-Ballot'sche Gesetz als Ausdruck der Beziehungen zwischen zweien dieser Factoren — Druck und Windesrichtung — erscheint unter diesen Gesetzen zwar in einer etwas verschiedenen Form, aber speciell auf die verschiedenen Arten von Stürmen angewandt. Die „moderne“ Meteorologie hat sich aus den gegenseitigen Beziehungen von Druck und Windesrichtung entwickelt, ruht auf nur zwei Stützen — Maximum und Minimum — und steht schief; ihr fehlen die beiden anderen Hauptstützen — Wärme und Feuchtigkeit. Prof. Köppen sagt: „Bis dahin bitten wir auch die Fernstehenden, sich bei jeder »Depression«, »Cyclon«, »Anticyclon« zu denken: »und Alles, was damit zusammenhängt«. Was darin sogenannte »Ursache«, was »Wirkung« ist, ist dabei vorläufig gleichgültig“.

In diesen wenigen Worten hat Prof. Köppen den Zustand der „modernen“ Wissenschaft, wie sich dieselbe seit 1860 entwickelt hat, trefflich characterisirt. Wenn man diese Wissenschaft, in der „Ursache“ und „Wirkung“ vorläufig noch gleichgültig sein soll, als die „moderne, geläuterte“ Meteorologie emporhält, während man gleichzeitig das vor 1860 Geschaffene in das Reich des Abergläubens wirft, wie das van Bebbber in seiner „Wettervorhersage“ thut, so ist es namentlich mir wohl nicht zu verargen, wenn ich mich über diese Bezeichnung lustig mache. Ich muss indessen die Beschuldigung Professor Köppen's, dass „ich diese Bezeichnung aus vorhandenem Material fabricirt habe“, entschieden von mir abweisen. Nicht ich, sondern van Bebbber, der Führer dieser sogenannten „modernen, geläuterten“ Meteorologie, hat diese bescheidene Bezeichnung für sich und seinen Anhang in seiner „Wettervorhersage“ S. 5, vierte Zeile von unten, zuerst gebraucht und wohl auch fabricirt.

Indem ich schliesslich an das im Vorwort zu den drei ersten Vorträgen Gesagte in Bezug auf die Beurtheilung der Leistungen früherer verdienstvoller Männer erinnere, dem Prof. Köppen ja auch beistimmt, bin ich ferne davon,

XI

den „modernen“ Bestrebungen alles Gute abzusprechen. Was Prof. Köppen über die synoptischen Karten sagt, dem stimme ich ganz bei, und der folgende Vortrag wird dies durch die That beweisen. Indem ich durch die Verbindung der horizontalen mit der verticalen Druckvertheilung die Barogramme, Gewittersäcke, Gewitternasen etc. erkläre, versuche ich die synoptischen Karten zu Wetterkarten zu machen, was man bisher von denselben nicht wohl behaupten konnte.

Wm. Blasius.

Geehrte Herren! Um die kurz zugemessene Zeit möglichst für die Erläuterung des Barogramms während der Hochdruckstürme und der damit zusammenhängenden Hagelstürme, Tornados und Wolkenbrüche verwerthen zu können, die am 1. Juli 1891 in Braunschweig und Umgegend solch' unvergessliche Verwüstungen angerichtet haben, erlaube ich mir, Sie in Bezug auf die übrigen Probleme dieser interessanten und lehrreichen Calamitäten auf drei im hiesigen Vereine für Naturwissenschaft gehaltene und von A. Limbach publicirte Vorträge hinzuweisen.¹⁾ In diesen Vorträgen konnten zur Illustrirung der Gesetze dieser Art Stürme nur die Beobachtungen über Wind- und Temperatur-Veränderungen, welche Herr Klages, der hiesige Localbeobachter, vor und nach den einzelnen Gewittern (Hochdruckstürmen) gemacht hatte, zur Anwendung kommen; die Druckveränderungen während dieser Gewitter hatten ungünstiger Verhältnisse wegen nicht notirt werden können, und die folgende Tabelle über Druck-, Wind- und Temperaturbeobachtungen an den drei festgesetzten Tageszeiten geben auch nicht die geringste Andeutung von den gewaltigen Convulsionen der Atmosphäre, wie sie am 1. Juli hier stattgefunden haben müssen.

Beobachtungen an der Station zu den drei festgesetzten Tageszeiten:

	Um 7 Uhr Morgens.	2 Uhr Mittags.	9 Uhr Abends.
Barometer	759.4	758.0	758.5
Thermometer	21.3	24.8	18.2
Wind	SO.	SW.	NO.

¹⁾ Drei Vorträge über Meteorologie von Wm. Blasius. A. Limbach, Braunschweig, 1892.

Ohne die speciellen Gewitterbeobachtungen, welche der Anordnung des Directors des K. Pr. Meteor. Instituts, Geh. Rath Prof. Dr. von Bezold zu verdanken sind, wäre sogar die Existenz der fünf schweren Gewitter, die über die Grenzscheide der grössten Temperaturdifferenz vom Niederrhein (Crefeld) bis zur Altmark (Potsdam) hin an diesem denkwürdigen Tage allein über Braunschweig und Umgegend hergingen, für die Wissenschaft spurlos verloren gewesen. Denn diese fünf Gewitter hatten sich alle so eingerichtet, dass sie ihr verheerendes Werk zwischen den festgesetzten drei täglichen Beobachtungszeiten verrichteten. Die hieraus zu entnehmende Nutzanwendung in Bezug auf die Unzulänglichkeit des allgemein befolgten Beobachtungssystems liegt auf der Hand: eine dreimalige, ja selbst stündliche Beobachtung täglich, die den wichtigsten Erscheinungen ermöglicht, ungesehen oder nur halb gesehen über die Stationen zu gehen, kann unmöglich zur Kenntniss des inneren Wesens dieser Erscheinungen führen. Continuirliche Beobachtungen, welche alle wirkenden meteorologischen Factoren vergleichend in ihrer Gegenseitigkeit verfolgen, sind zur Erkenntniss des inneren Wesens der Einzelercheinungen durchaus geboten. Nur auf diese Weise lernen wir die Erscheinungen selbst und ihren Zusammenhang mit denen, welche zwischen ihnen liegen und in inniger Verbindung mit ihnen stehen, kennen.

Da ich meine Beobachtungen bisher nur in dieser Weise gemacht habe, so war es mir möglich, die Lücke zu überbrücken, welche aus dem Mangel von Beobachtungen über die Druckveränderungen entstehen mussten. Es ist mir indessen doppelt erfreulich, dass ich Ihnen nachträglich an den beiden Barogrammen vom 1. Juli (s. Fig. 3), welche ich nach der Publication der vorhin erwähnten Vorträge durch die Freundlichkeit zweier Braunschweiger Herren, von Uslar und Meyerding erhielt, zeigen kann, dass das entworfene Bild von diesen denkwürdigen Stürmen vollständig mit diesen Barogrammen übereinstimmt, und

zweitens, dass die Gesetze über die Ursache des Fallens und Steigens des Barometers, welche sich schon aus der Untersuchung der Zerstörung im West-Cambridge-Tornado, August 1851, aus messbaren Gegenständen ergaben und in Amerika während der vierzig Jahre meiner Untersuchungen bewährt haben, auch in diesen deutschen Barogrammen getreu widerspiegeln. Die Richtigkeit dieser Gesetze und Grundanschauungen scheint daher ausser allem Zweifel zu sein.

Diese zwei Barogramme stimmen im Wesentlichen, in der Form der Curven, überein. Nur hat die Uhr im ersten Barographen zu spät und die im zweiten zu früh gearbeitet. Wir dürfen daher keine ganz genaue Uebereinstimmung in der Zeit zwischen den Barogrammen und den an der Station gemachten Beobachtungen erwarten, was indessen in der Hauptsache nichts ändert.

Wir bemerken nun in beiden Barogrammen drei verschiedene Arten von Bewegungen des Barometers:

1. Eine gleichmässige allmählich ab- und aufwärts gehende Bewegung.
2. Eine in gleicher Höhe fortschreitende Bewegung.
3. Eine sprungweise plötzlich ab- und aufwärts gehende Bewegung.

Was ist nun die Ursache dieser drei verschiedenen Bewegungen? Was ist überhaupt die Ursache einer Aenderung im Drucke der Luft, die Ursache des Fallens und Steigens des Barometers?

Bald nach der Erfindung des Barometers durch Torricelli glaubte dessen Freund Pascal, einen Zusammenhang zwischen dem Fallen und Steigen dieses Instrumentes und dem Wetter zu bemerken. Er glaubte zu beobachten, dass mit dem Steigen des Barometers schlechtes Wetter und mit dem Fallen desselben gutes Wetter einträfe.

Otto von Gericke behauptete das Gegentheil. Die Ansicht Gericke's hat sich bis auf den heutigen Tag, und zwar mit Unrecht, als maassgebend erhalten, obgleich am Ende des siebzehnten Jahrhunderts schon Opposition dagegen entstand, und auch ich im Jahre 1852 schon nach-

wies, dass es zwei Arten fortschreitender Stürme (progressive storms) giebt, nämlich solche, welche mit steigendem und solche, welche mit fallendem Barometer über uns hergehen, und dass daher beide Forscher theils im Rechte, aber auch theils im Unrechte waren.

Nachdem man in dem Barometer, auf Otto von Gericke's Theorie hin, einen Wetterpropheten zu besitzen glaubte, drängte sich den Forschern schon die Frage auf: Was ist die Ursache des Fallens und des Steigens des Barometers? Denn man sagte sich ganz richtig, dass mit der Beantwortung dieser Frage auch Licht auf die veränderlichen Wettervorgänge, oder die Entstehung und die Natur der Stürme fallen würde. So wurden während der letzten zwei Jahrhunderte verschiedene Ursachen entdeckt, von denen jede einzelne das Fallen und Steigen des Barometers bewerkstelligen sollte; man überzeugte sich aber ebensobald, dass keine von diesen Ursachen einzeln alle Erscheinungen erklären konnte.

Die nächste Ursache für das Fallen des Barometers fand man 1. in erhöhter Wärme, 2. in einem grösseren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, 3. in der zu Zeiten aufwärts gehenden Bewegung der Luft, 4. in der Vermehrung der Wärme, welche durch die Condensation der Wasserdämpfe entsteht, 5. in einer schnelleren horizontalen Bewegung, 6. in der Anziehung der Luft durch den Mond (ähnlich der auf das Wasser bei Ebbe und Fluth).

Als sich herausstellte, dass keine von diesen Ursachen, einzeln genommen, alle Erscheinungen erklären konnte, nahm man alle als zusammenwirkend an; aber auch auf diese Weise erhielt man nichts, was einem Gesetze ähnlich sieht. Der Grund des Misslingens liegt wohl darin, dass man in Untersuchungen dieser Art zu sehr von der Voraussetzung einer gleichmässigen Ab- und Zunahme der Eigenschaften der Atmosphäre in verticaler Richtung ausgeht, eine Voraussetzung, die nach meiner Erfahrung nicht stattfindet.

Um nun die verschiedenen Bewegungen des Barometers, wie sich dieselben im Barogramm während des 1. Juli und überhaupt kundgeben, zu erklären, wollen wir die Ursache des Fallens und Steigens des Barometers im Allgemeinen auffrischen, wie sich dieselbe aus der oben erwähnten Untersuchung des Tornados in West-Cambridge ergab und in späteren ähnlichen Erscheinungen bewährte, und zu dem Zwecke die Tafel VII p. 77 meines Werkes²⁾, Fig. 1, betrachten.

Diese Figur stellt die beiden Arten fortschreitender Stürme (Progressive Storms) in einem senkrechten Durchschnitte von der obersten Wolkenbildung bis zur Erdoberfläche dar: es sind dies die Niederdruckstürme [Northeast-storms³⁾] = Nordoststürme] und die Hochdruckstürme (South-

²⁾ Storms, Their Nature, Classification and Laws, with the Means of predicting them by their Embodiments the Clouds, by Wm. Blasius. Porter and Coates. Philadelphia 1875.

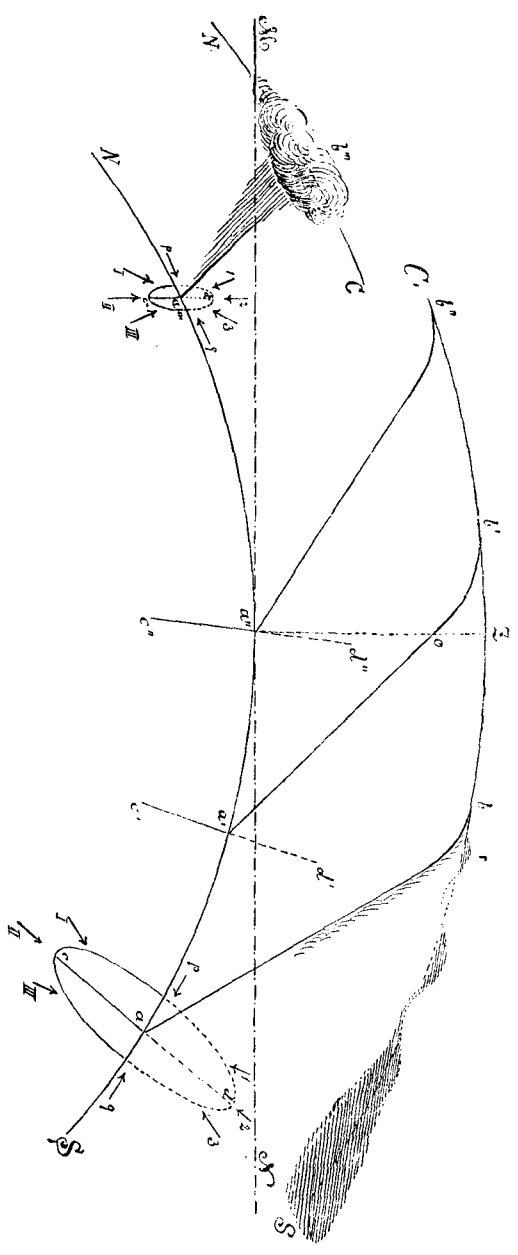
³⁾ Einige meteorologische Freunde, die sich den Titel „modern“ zugelegt haben, finden den Ausdruck „Nordoststürme“ „eigenartig“ von mir, sie meinen, es müsste „Südweststürme“ heissen. Sie scheinen, trotz des angenommenen Titels, noch an dem unwissenschaftlichen und veralteten Seemanns-Begriffe von Sturm festzuhalten, wonach Sturm und Wind identisch sind. Man classificirt die Windstärke nach einer Scala von Beaufort von 0 bis 12. Ein Sturm ist ein Wind von der 9. Classe, ein starker Sturm der 10., ein heftiger harter Sturm der 11., ein Orkan gehört in die 12. Classe. Dies mag für Seelente manches Practische haben. Ich habe allerdings einen anderen Begriff von Sturm (s. „Storms“) und eine andere Classification derselben, die sich auf das Wesen und die Natur der Stürme gründet und die einem Seemann vielleicht doch noch nützlicher sein dürfte, weil er sich hiernach vor der Bekanntschaft mit der 12. Classe hüten kann.

Ich verstehe unter „Sturm“ nicht einen, sondern zwei entgegengesetzte Luftströme oder Winde (von verschiedener Temperatur und Dichtigkeit), die sich gegenseitig verdrängen, um ein gestörtes Gleichgewicht herzustellen. Ich hätte daher für die Bezeichnung dieser Art Stürme, sowohl „Südwest- als Nordoststürme“ wählen können. Ich wählte „Nordoststurm“, weil dieser Ausdruck dem amerikanischen Volke, für welches ich zunächst mein Buch schrieb, bekannt, verständlich und allgemein im Gebrauche ist, und er ist im Gebrauche, weil diese Stürme immer mit einem Nordostwinde anfangen, der bis zur Hälfte des Vorüberganges des Sturmes anhält und immer heftiger bläst, je näher der verdrängende Südwestwind mit dem

Hochdruckstürme.

Fig. 1.

Niederdruckstürme.



eaststorms = Südoststürme). Dieser Durchschnitt ist der Theil der Atmosphäre, in welchem die Bewegungen der Luft stattfinden, die durch den Gesamteinfluss der Sonnenstrahlen, des mächtigsten Motors aller Bewegungen, in Verbindung mit der Verschiedenartigkeit der Erdoberfläche entstehen. In diesem Theile der Atmosphäre werden daher auch die Barometerschwankungen und die veränderlichen Wettersvorgänge hervorgerufen werden. Was oberhalb der höchsten Wolkenbildung vor sich geht, hat für unsere Betrachtung vorläufig wenig oder gar keinen practischen Werth; denn die Barometerschwankungen und die veränderlichen Wettersvorgänge lassen sich, wie wir sehen werden, mit dem Theile der Atmosphäre erklären, in dem sie verursacht werden. Die durch Ferrel's mathematische Speculation über- und nebeneinander gelegten Cyclonen in oberen Regionen und am Pole haben auf die unteren durch die Sonne hervorgebrachten, mächtigeren Bewegungen weder einen Einfluss gehabt, noch dieselben erklärt. Wir können sie also unberücksichtigt lassen, um so mehr, als sie nach dem Ausspruch eines Anhängers dieser Theorien, eines hiesigen Mathematikers und Meteorologen so schwierig zu verstehen sind, dass es in der ganzen Welt höchstens drei Männer giebt, die dies fertig gebracht haben. Wir überlassen es diesen Dreien, darauf weiter zu bauen und halten uns an das Sichtbare und Greifbare.

Die Schwere des über der höchsten Wolkenbildung liegenden Theiles der sehr verdünnten Atmosphäre scheint uns ebenfalls einen höchst verschwindenden Einfluss auf die im unteren Theile mächtiger wirkenden, über einander

Minimum heranrückt. Auch ist dieser Ausdruck jedenfalls wissenschaftlicher, als der Ausdruck „Cyclon“ den die sogen. „moderne“ Wissenschaft für diese Stürme gebraucht. Den Ausdruck „Südoststurm“, der unbekannt war und noch ist, weil diese Stürme unbekannt sind, gab ich der Analogie wegen.

Für meine deutschen Arbeiten und deutschen Freunde habe ich den allgemeineren und zweckmässigeren Ausdruck „Niederdrucksturm und Hochdrucksturm“ gewählt.

fließenden Luftströmungen zu haben, weil sie ausserdem gleichmässig und in verticaler Richtung darauf wirkt. Aus demselben Grunde lassen wir den, etwa durch die Anziehungskraft des Mondes auf die Wetterregion wirkenden, Einfluss in umgekehrter, senkrecht aufwärts gehender Richtung (wenn ein solcher Einfluss überhaupt vorhanden ist), unberücksichtigt. Denn, wenn man auf einer Seite bedenkt, dass es im Jahre viele Tage, wie den 1. Juli mit fünf Stürmen in Braunschweig und Umgegend und noch mehreren in Krefeld, Viersen und anderen Gegenden, giebt, die von Falb gar nicht berücksichtigt werden können, weil die Stellung des Mondes es nicht erlaubt, und dass die Stellung des Mondes im Jahre nur wenige Male einen solchen Einfluss möglich macht, und die Prophezeiungen dann nicht einmal alle eintreffen, so verschwindet für das Practische jegliche Bedeutung solcher Prophezeiungen. Es muss die Wissenschaft ungemein wenig leisten, wenn die Falb'schen Prophezeiungen in einem vernünftigen Publicum überhaupt eine Würdigung erhalten, und diese ihre Schwäche tritt noch mehr hervor, wenn sie glaubt, das Publicum gegen solchen Humbug schützen zu müssen. Diese Schwäche erklärt aber auch, wenn sich dieselbe Wissenschaft gegen Richtungen, die eine tiefere Begründung haben, in vornehmes Schweigen hüllt.

Die Zeichnung stellt die gegenseitige Lage der beiden entgegenstehenden Luftströmungen, verschiedener Temperatur und Dichtigkeit, von entsprechenden Gebieten hohen Barometerstandes herkommend, bei ihrem Zusammentreffen auf der Erde dar, und zeigt, wie sie nicht neben einander, sondern über einander herfließen. Sie liegen an der Stelle des Zusammentreffens hiernach, wie zwei umgekehrte Keile über einander: Der Keil des warmen Luftstromes fliesst mit seiner dünnen Endspitze oben voraus nach dem kalten Gebiete hohen Drucks, indem er dasselbe fortwährend bei einem eintretenden Mangel an Druck speist. Der Keil des kalten Luftstromes fliesst mit seiner dünnen Endspitze, aus demselben Grunde, unten über die Erde voraus nach

dem warmen Gebiete hohen Druckes. Die beiden Luftströme wählen diese Wege, weil sie an den respectiven Stellen am wenigsten oder gar keinen Widerstand finden. Diese Oscillationen, Verschiebungen, rücken im Allgemeinen mit dem scheinbaren Laufe der Sonne von Norden nach Süden und zurück (s. in „Storms“ die Circulation der Atmosphäre).

Die Region, in welcher diese beiden Luftströme in entgegengesetzter Richtung übereinander herfließen, bildet sich mit der wachsenden Spannung zwischen denselben immer bestimmter aus, d. h. die beiden Ströme rücken immer näher in einer Fläche aneinander. Ich erkannte diese Fläche zuerst in dem schräg aufwärts gerichteten Bruche der zerstörten Bäume in der Zerstörungsbahn des Tornado in West-Cambridge im Jahre 1851. Während der zerstörende Wind von SW die Bäume an der Basis der Zerstörungsfelder⁴⁾ auf der Erde abgebrochen hatte, war der Bruch der Bäume, die weiter nach Norden standen, allmählig aufwärts gerückt, so dass eine schräg aufwärts gerichtete Bruchfläche deutlich zu erkennen war. Ich wollte diese Fläche daher auch Anfangs Bruchfläche nennen, denn es war mir klar, dass sich in dieser Fläche die entgegengesetzten Ströme begegnet und beim Uebereinanderfließen in entgegengesetzter Richtung den Bruch verursacht hatten. Als ich aber in späteren Untersuchungen diese Fläche aus dem Wolkengange in allen fortschreitenden Stürmen (Progressive Storms) wieder erkannte, benannte ich sie mit dem allgemeineren Namen Begegnungsfläche (Plane of meeting). Dieser Ausdruck ist ausserdem eine bessere Bezeichnung für ihre Bedeutung in der Entwicklung der fortschreitenden Stürme. Ihre sich continuirlich ändernde Neigung zur Erdoberfläche während der Entwicklung dieser Stürme und ihre Fortbewegung während der abwechselnd gegen-

⁴⁾ Tornos in „Storms“ und „Amerikanische Tornos“, ein Vortrag, gehalten in der Versammlung Deutscher Naturforscher u. Aerzte in Bremen 1891.

seitigen Verschiebung der beiden entgegengesetzten Luftströme von verschiedener Temperatur und Dichtigkeit bilden die Grundlage der Sturmlehre.

Diese höchst wichtige Begegnungsfläche hat bei den Fachmeteorologen bisher keine Beachtung gefunden, bis Se. Excellenz Geh. Rath Prof. Dr. von Helmholtz 1888 in einer mathematischen Deduction theoretisch die Möglichkeit einer solchen Fläche nachwies und sie „Discontinuitätsfläche“ nannte.⁵⁾ Da erkannte man gleich, dass jetzt Hoffnung vorhanden sei, die wichtigsten meteorologischen Probleme zu erklären.⁶⁾

In der vierzig Jahre alten Darstellung Fig. 1 ist diese Begegnungsfläche durch die Linien $a\ b$, $a'\ b'$, $a''\ b''$ etc. im Durchschnitt des Niederdrucksturmes dargestellt, und zwar in auf einander folgenden Zeiten des Vorrückens des warmen Luftstromes, den wir uns an der rechten Seite dieser Fläche denken müssen, während der kalte Luftstrom an der linken Seite unter derselben liegt, und zurückweicht.

$a'''\ b'''$ Fig. 1 stellt diese Fläche im Hochdrucksturme dar; wir denken uns in der Zeichnung ebenfalls den warmen Luftstrom, rechts von der Begegnungsfläche liegend, und von dem kalten Luftstrome, links, nach rechts hin verdrängt.

NS ist ein Stück von einem Meridian in der gemässigten Zone, auf welchem wir uns die Verschiebung (Oscillation) des einen Stromes durch den anderen denken wollen; meistens finden solche Oscillationen und Rückoscillationen in anderen Richtungen statt. MN stelle den Horizont dar. C' S' und NC bezeichnen die relative Höhe der Wolken, des Niederdruck- und Hochdrucksturmes, und die schattirten Stellen die charakteristischen Wolken dieser Stürme selbst⁷⁾.

⁵⁾ Ueber atmosphärische Bewegungen von Helmholtz, Sitzb. Berliner Akademie der Wissenschaften 1888 I. Bd. p. 647 und 1889 II. Bd. p. 761.

⁶⁾ Meteor. Ztschft. 1888 p. 329 und 1890 p. 81. Dass diese Hoffnung bereits viele Jahre früher in „Storms“ auf Grund der wirklichen „Discontinuitätsfläche“ in Erfüllung gegangen, hat man ebenfalls unbeachtet gelassen.

⁷⁾ Man sieht aus der Darstellung der Wolken durch die schattirten Stellen, dass die charakteristische Wolke der Niederdruckstürme mit leichten

Die Buchstaben $c a d$, $c' a' d'$, $c'' a'' d''$ etc. und $c''' a''' d'''$ bezeichnen die Linien, in welchen die Begegnungsflächen die Erdoberfläche schneiden, oder die Linien der grössten Temperaturdifferenz. Die um diese Linien gezogenen Ellipsen stellen die Regionen oder die Gebiete des niedrigsten Barometerstandes dar⁸⁾, und die Pfeile geben die nach dieser Region des niedrigsten Barometerstandes hinströmenden Windesrichtungen, wovon die Pfeile 3, q, III von dem warmen, und 1, p, I von dem kalten Luftstrome herkommen; 2 und II sind Mittelrichtungen. Die in dieser Region sich mischende kalte und warme Luft geht mit dem verdrängenden, stärkeren warmen Luftstrome vor der Begegnungsfläche $a b$ schräg aufwärts und legt sich auf das kalte Gebiet

Cirrus-Wolken anfängt, die sich allmählich in Stratus verwandeln und mit dem warmen Strome dem Minimum immer vorausziehen, mithin in ihrer grössten Ausdehnung vor dem Minimum liegen; sie fangen mit einer dünnen Lage an, und nehmen in Dicke nach dem Minimum hin zu, ganz so wie der warme Strom selbst. Die charakteristische Wolke des Hochdrucksturmes, (der Cumulo-Stratus, Gewitterwolke), geht dem kalten Luftstrome mit ihrem dicksten Ende voraus, liegt ihrer grössten Ausdehnung nach hinter dem Minimum. Da der Regen von den Wolken herabfällt, so ist durch die gegenseitige Lage der Wolken zu den Minima auch die gegenseitige Lage der Regengebiete zu denselben bestimmt. Der Zug und die Lage der charakteristischen Wolken für die fortschreitenden Stürme, und ihr Causalzusammenhang mit den Luftströmen in denselben, sowie die damit zusammenhängende Lage der Regengebiete waren in meiner ersten Arbeit (s. Appendix A in „Storms“) im Jahre 1852 im Allgemeinen und später im Jahre 1875 mit der Illustration Figur 1 in „Storms“ bestimmt festgestellt. Dass van Bebbber, der Vielbelesene, andere jüngere Autoren als die Entdecker dieser Thatsachen in der deutschen Literatur citirt, ist eine Willkür sondergleichen, um so mehr, als diese Autoren nicht einmal die Ursache dieser Thatsachen angeben können, was in meiner Darstellung schon viel früher geschehen ist.

⁸⁾ Wir werden weiter unten sehen, wie die Entstehung dieses Gebietes niedrigen Barometerstandes und die Bewegung desselben gegen den herrschenden Wind sich als Folge oder Wirkung der Verschiebung der beiden entgegengesetzten Luftströmungen verschiedener Temperatur und Dichtigkeit ergeben. Die sogen. moderne Meteorologie „spannt die Pferde wohl hinter den Wagen“, indem sie das Minimum als Ursache, und die Luftströmungen als Folge hinstellt.

hohen Barometerstandes. Solches ist die Bewegung der Niederdruckstürme, die man in der modernen Meteorologie mit Unrecht „Cyclonen“ nennt; denn die Ablenkung der durch die Pfeile angegebenen Windesrichtungen nach rechts macht den Niederdrucksturm noch zu keinem Cyclon. Man hat dem Buys-Ballot'schen Gesetze der Ablenkung eine zu weite Ausdehnung gegeben, mehr als der Entdecker selbst beabsichtigte. Auf die Hochdruckstürme findet es gar keine Anwendung, schon deshalb nicht, weil diese gefährlichsten aller Stürme auf einem so kleinen Terrain stattfinden, dass die Rotation der Erde zu keiner ablenkenden Geltung kommen kann. Ausserdem sind die Minima, wie man das Gebiet des niedrigsten Barometerstandes später genannt hat, in diesen Stürmen, namentlich während ihrer Krisis, so tief und enge, und der einstürzende Wind daher so heftig, dass seine Richtung eine gerade bleiben muss. Obgleich ich diese gefährlichsten der fortschreitenden Stürme im Jahre 1852 in allgemeinen Zügen beschrieben (s. „Storms“, Appendix A), und im Jahre 1875 in „Storms“ nach allen

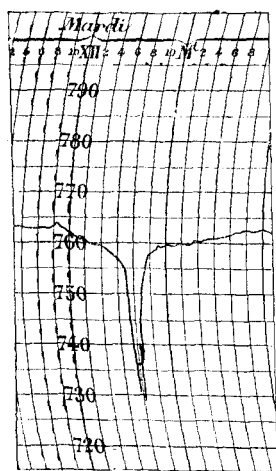


Fig. 2.

Richtungen hin eingehend behandelt habe, so ersehe ich doch zu meinem Bedauern in einem Referat über den Orkan auf der Insel Martinique 18. Aug. 1891 (s. Meteor. Ztschft. Nov.-Heft 1891), dass die Beobachtung des franz. Beobachters, Herrn Sully, über den „Windwechsel“ zwischen NO und S von dem Referenten nicht verstanden, und die Thatsache, dass der Ausbruch des Orkans mit dem Steigen des Barometers zusammenfällt, wie aus dem Barogramm hier nebenan (Fig. 2) und Sully's Beschreibung zu ersehen

ist, zweifelnd aufgenommen wird. Um im Weiteren selbst nicht missverstanden zu werden, bin ich genöthigt, auf

den Windwechsel in Hochdruckstürmen hier noch einmal zurückzukommen.

Die Zeichnung Fig. 1 ist des leichteren Verständnisses halber für den einfachsten Fall berechnet, in welchem die entgegengesetzten Luftströmungen in einem Winkel von 180° zusammentreffen. In den meisten Fällen fließen diese Luftströmungen jedoch unter kleineren Winkeln gegen einander, wodurch die Richtungen des Windes nach dem Minimum hin etwas verschoben werden.

Denken wir uns nun während eines Hochdrucksturmes in a''' mit der Begegnungsfläche vorrückend, so verändert sich die Windesrichtung an einem Orte zur linken Seite des Sturmes von 3 in 2 und dann in 1, und zur rechten Seite von III in II und dann in I. In der Mitte in a''' , springt der Wind von q nach p in die entgegengesetzte Richtung, denn die Windesrichtung behält dieselbe Lage zur fortschreitenden Begegnungsfläche. Das Letztere liest man in fast allen Beschreibungen von heftigen Orkanen und kann hieraus auf die Lage des Schiffes zur Begegnungsfläche schliessen. Ein Bewohner in 3 hat beim Vorüberziehen eines Hochdrucksturmes den Eindruck, als drehe sich der Wind von rechts nach links, und ein Bewohner in III an der rechten Seite des Sturmes wird den Eindruck gewinnen, als drehe sich der Wind von links nach rechts; eine wirkliche Drehung ist das indessen nicht. Man kann sich die Sache veranschaulichen, wenn man sich an die Stelle des Minimum ein Boot, und die Ruder nicht wie gewöhnlich an den Längsseiten, sondern an den Spitzen des Bootes in 2 und II angebracht denkt. Setzen wir uns nun in Gedanken in die Mitte, a''' , und rudern das Boot mit dem kalten Luftstrome vorwärts, so geben die aufeinanderfolgenden Lagen der Ruder links und rechts die veränderten Windesrichtungen nach dem Minimum, oder dem Boote zu, an. Tritt eine Rückoscillation ein, d. h. verdrängt der warme den kalten Luftstrom, so finden die umgekehrten, scheinbaren Drehungen statt, falls die Rückoscillation über dieselbe Bahn geht. Geht aber

in der Rückoscillation die eine Seite über die Strecke, über welche in der Vorwärtsbewegung die andere Seite gekommen ist, so entstehen scheinbare volle Drehungen im Sinne der Dove'schen Windrose. Folgen solche Oscillationen und Rückoscillationen der Begegnungsfläche rasch aufeinander, was um die Zeit vor und nach dem unstabilen Gleichgewicht beider Luftströmungen häufig vorkommt, so legt sich jedesmal die Windesrichtung von einer Seite der Begegnungsfläche in die entsprechende Richtung an der anderen Seite derselben, d. h. die Richtung 3 geht in 1, und bei der Rückoscillation 1 in 3 über. Dies verursacht einen Windwechsel z. B. von NW nach SW und zurück von SW nach NW oder wie in dem Martinique-Orkane von NO nach S, und zurück von S nach NO. Natürlich ist mit einem solchen Windwechsel ein entsprechender Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel verbunden, was durch kontinuierliche Beobachtungen leicht zu konstatiren ist. Die Beobachtung des franz. Berichterstatters, Herrn Sully, auf der Insel Martinique (s. „La Nature“, October 1891, No. 957, p. 274 oder Meteor. Ztschft.) findet somit, von unserem Standpunkte, aus, nicht allein eine Erklärung, sondern giebt uns auch einen höchst wichtigen Aufschluss über die Entstehung, die Natur und das Wesen dieser und anderer tropischen Cyclonen. Sie sagt uns, dass wir es hier, (wie ich im Jahre 1851 in West-Cambridge), mit zwei verschiedenen Phänomenen zu thun haben: einem Hochdrucksturme und einem oder mehreren gigantischen Wirbeln, Cyclonen, die aus diesem Hochdrucksturme in ähnlicher Weise entstehen, wie ich dies für Wasserhosen in der gemässigten Zone gezeigt habe (s. „Storms“ p. 147). Die Aehnlichkeit des Barogramms dieses Orkans mit denjenigen anderer Hochdruckstürme beweist, dass sie zu derselben Gattung von Stürmen gehören, und dass wir es nur mit einem Gradunterschiede zu thun haben. Denn wir sind berechtigt, aus der Aehnlichkeit der Barogramme, den Knochengerüsten der Stürme, auf die Gleichheit der Gattung

ebenso gut zu schliessen, wie der Paläontologe aus der Aehnlichkeit der Scelette auf die gleiche Thiergattung schliesst. Wenn wir noch mehr solcher Barogramme während der Orkane auf den Westindischen Inseln erhalten, so dürfte das im Anfange dieses Jahrhunderts aus Logbüchern aufgestapelte Märchen von parabolischen Cyclonenbahnen, was in neuester Zeit wieder aufgetischt wird, im Sinne des VIII. Capitels p. 150 meines Werkes, wohl bald aus der Wissenschaft verschwinden.

I. Die Ursache einer gleichmässigen allmählich auf- und abwärts gehenden Bewegung des Barometers.

Nachdem wir (Fig. 1) die Luftbewegungen in fortschreitenden Stürmen kennen gelernt haben, wollen wir zu der Entwicklung der drei verschiedenen Bewegungen des Barometers übergehen. Man vergegenwärtige sich zu dem Zwecke die gegenseitige Lage und die Eigenschaften der zwei entgegengesetzten Luftströme verschiedener Temperatur und Dichtigkeit, welche von entsprechenden Gebieten hohen Barometerstandes kommend, sich gegenseitig abwechselnd verdrängen und dadurch fortschreitende Stürme über uns herführen. Damit kein Missverständniss bei der Auffassung der Zeichnung entstehen kann, will ich sie im Kleinen in der Körperwelt veranschaulichen: Ein Tisch vor uns stelle den Horizont *M N* dar. Ein 1—2 Fuss langes Stäbchen, welches man in einen durchschnittenen Apfel steckt und mitten auf den Tisch stellt, sei die Linie *Za*“, oder die Höhe der Wetterregion der Atmosphäre. Um die Begegnungsfläche ab, ihre Bewegung und veränderliche Neigung nach links zum kalten, hohen Gebiete hin zu veranschaulichen, nehme man ein Brettchen, 1—2 Fuss lang und 1 Fuss breit, fasse es in der Mitte seiner Länge, stelle es nach links geneigt mit seinem breiten Ende so auf den Tisch, dass die Linie, in welcher es den Tisch trifft, oder die Linie der grössten Temperatur-

differenz cd , von uns nach dem Stäbchen hin liegt und denke sich nun ein Barometer auf dieser Linie zwischen uns und dem Stäbchen angebracht. Wir haben uns dann über der Begegnungsfläche (und nach rechts) den warmen Luftstrom von dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes herkommend, und unter der Begegnungsfläche (links von derselben) den kalten Luftstrom von dem kalten Gebiete hohen Barometerstandes zu denken. Man bedenke nun ferner, dass nur der obere warme Luftstrom die Eigenschaften besitzt, welche man als die Ursachen des Fallens des Barometers entdeckt hat: (mehr Wärme, mehr Feuchtigkeit und eine schräge und über dem Minimum senkrecht aufwärts gehende Bewegung), der untere kalte Luftstrom aber gerade mit den entgegengesetzten Eigenschaften behaftet ist, welche ein Steigen des Barometers verursachen. Entsteht nun ein Mangel an Luft, oder was dasselbe ist, ein Mangel an Druck im kalten Gebiete hohen Barometerstandes in Folge vorhergehenden Abfließens kalter Luft über die Erde nach dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes, so erfordert die Erhaltung des Gleichgewichts zwischen beiden hohen Gebieten, dass von dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes ein warmer Luftstrom oben nach dem kalten Gebiete hin abfließt. Die Bewegung beginnt in einer Höhe, wo die Luft in Folge geringeren Druckes weniger Widerstand leistet, als dieser warme Luftstrom. Die Bewegung fängt daher mit der dünnen Spitze des Keiles oben bei b, b' etc. an und pflanzt sich allmählich abwärts der Erde zu (s. „Storms“). So lange die Begegnungsfläche mit ihrem oberen Ende rechts von dem Stäbchen und dem Barometer steht, ist der Druck hoch, weil nur kalte Luft über dem Barometer liegt. Rückt aber in Folge der Verdrängung des kalten durch den warmen Luftstrom die Begegnungsfläche mit ihrem oberen Ende nach links hin an dem Stäbchen vorbei, so verringert sich die Tiefe des kalten, schweren Luftstromes über dem Barometer, während der warme, leichte Luftstrom den Raum der verdrängten kalten, schweren Luft einnimmt,

und daher im selben Maasse tiefer wird, was an dem Herabrücken des Punktes o, in welchem die Begegnungsfläche, verlängert, das Stäbchen schneiden würde, zu sehen ist.

Betrachten wir nun den Einfluss, den die Veränderung in der Tiefe eines jeden der beiden übereinander herfließenden Luftströme verschiedener Temperatur und Dichtigkeit auf das Barometer haben muss, so ist einleuchtend, dass die allmähliche Verringerung der Tiefe des unteren kalten, schweren Luftstromes für sich allein schon ein Fallen des Barometers verursachen muss. Achten wir nun, beim Vorüberziehen der Begegnungsfläche an dem Stäbchen vorbei, auf den oberen warmen Luftstrom, so sehen wir, dass derselbe einen ebenso grossen Raumtheil kalter,* schwerer Luft verdrängt, als er selbst einnimmt. Wir haben in dem Vordringen des oberen warmen Luftstromes somit eine zweite Ursache des allmählichen Fallens des Barometers, und zwar ist die Druckverminderung gleich der Differenz zwischen den Gewichten des verdrängten kalten, schweren Luftstromes und des an die Stelle getretenen warmen, leichten Luftstromes.

Die Druckabnahme fängt an, sobald die oberste, dünne Spitze des Keiles warmer Luft über dem Barometer ankommt, und wächst mit der zunehmenden Differenz der Gewichte des verdrängten und verdrängenden Luftstromes oder der Zunahme der Tiefe des warmen Luftstromes bis zu dem Punkte, wo die Begegnungsfläche mit ihrem unteren Ende, der Linie der grössten Temperaturdifferenz cd, über das Barometer hinwegzieht. In diesem Momente ist der Druck am geringsten, denn das Barometer hat jetzt nur noch den warmen, feuchten, aufwärts gehenden Luftstrom über sich. Es steht im Minimum des Niederdrucksturmes, der sogen. Cyclone. Es ist Windstille in Folge des aufsteigenden warmen Luftstromes. Bis zu diesem Punkte floss der Wind von der entgegengesetzten kalten Seite der Begegnungsfläche, dem mit dem warmen Luftstromen heranrückenden Minimum entgegen. Rückt die Bewegung des warmen Luftstromes noch weiter, so legt

sich der Wind von der kalten Seite der Begegnungsfläche in die correspondirende Lage an die warme Seite derselben. Die Windveränderung geht dann in der umgekehrten Reihenfolge vor sich, ganz so, wie dies beim Rückwärtsrudern des Bootes an den verschiedenen Lagen der Ruder zu sehen ist. In diesem Falle steigt die Temperatur noch weiter und ebenfalls das Barometer, weil wir uns dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes nähern, oder vielmehr, weil sich dasselbe uns nähert. In Amerika kommt dies häufiger vor, weil dort die Oscillationen meist über das ganze Land hergehen, in Europa seltener. Bei kurzen Oscillationen, wie sie in Europa meistens vorkommen, tritt gewöhnlich die Rückoscillation vor dem Vorübergange der Linie *cd* ein und der kalte, untere schwerere Luftstrom fliesst mit seiner dünnen Keilspitze unten über die Erde in den warmen aufgelockerten Luftstrom, der ihm an dieser Stelle keinen Widerstand entgegensetzt, und verursacht so, wenn noch genug Feuchtigkeit in demselben vorhanden ist, einen Hochdrucksturm oder ein Gewitter.

Um die Rückoscillation zu veranschaulichen, bewege man die Begegnungsfläche in derselben Neigung wie vorher, von links nach rechts an dem Stäbchen vorbei. Das Aufwärtsrücken des Punktes *O*, wo die Begegnungsfläche das Stäbchen schneidet, zeigt die wachsende Vertiefung des schwereren unteren, kälteren Luftstromes, die hieraus hervorgehende Vergrösserung des Druckes und das nothwendige Steigen des Barometers.

Aus dem Vorhergesagten ergeben sich nun die Gesetze der gegenseitigen Beziehungen aller vier meteorologischen Factoren zu einander.

1. *Die Gesetze über die gegenseitige Beziehung der Wärme zum Drucke.*

Verdrängt der kalte den warmen Luftstrom, so **steigt** das Barometer und das Thermometer **fällt**.

Verdrängt der warme den kalten Luftstrom, so **fällt** das Barometer und das Thermometer **steigt**.

Rückt in diesem letzten Falle die Linie der grössten Temperaturdifferenz über uns hinweg, so steigen das Barometer und das Thermometer **gleichzeitig**.

2. *Die Gesetze über die gegenseitige Beziehung der Wärme zur **Feuchtigkeit**.*

Verdrängt der kalte den warmen Luftstrom, so **verringert** sich der Feuchtigkeitsgehalt der Luft beim Vorübergehen der Linie der grössten Temperaturdifferenz oder der Begegnungsfläche.

Verdrängt der warme den kalten Luftstrom, so **vergrössert** sich der Feuchtigkeitsgehalt der Luft beim Vorübergehen der Linie der grössten Temperaturdifferenz oder der Begegnungsfläche.

3. *Die Gesetze über die gegenseitige Beziehung der Wärme zu der **Windesrichtung**.*

Verdrängt der kalte den warmen Luftstrom, so legen sich die an der warmen Seite der Begegnungsfläche gegen diese gerichtete Windesrichtungen des warmen Luftstromes, beim Vorübergehen der Begegnungsfläche, in die entsprechenden Windesrichtungen, welche von dem kalten Luftstrome gegen die Begegnungsfläche fliessen, d. h. der Wind geht scheinbar an der linken Seite, von rechts nach links und an der rechten Seite umgekehrt scheinbar, von links nach rechts, herum.

Verdrängt der warme den kalten Luftstrom, so legen sich die, an der kalten Seite der Begegnungsfläche gegen diese gerichtete Windesrichtungen des kalten Luftstromes, beim Vorübergehen der Begegnungsfläche, in die ent-

sprechenden Windesrichtungen, welche von dem warmen Luftstrome gegen die Begegnungsfläche fliessen, d. h. es gehen die Veränderungen der Windesrichtungen in der umgekehrten Ordnung von der im ersten Falle, von statten.

In Folge der grossen Ausdehnung, welche in der Verdrängung des kalten durch den warmen Luftstrom stattfindet, also in Niederdruckstürmen, werden die einströmenden Winde durch die Rotation der Erde auf der nördlichen Halbkugel noch nach rechts abgelenkt. Das Buys-Ballot'sche Gesetz und dieses letzte sind daher identisch für die sogenannten Cyclone, meine Niederdruckstürme, welche wir auf den Wetterkarten verzeichnet finden. Die Hochdruckstürme sind indessen auf den Wetterkarten nicht zu finden und folgen daher auch dem Buys-Ballot'schen Gesetze in Bezug auf Ablenkung der Windesrichtung nicht. Beweise hierfür sind die verschiedenen Hochdruckstürme während des 1. Juli 1891.

Da die obigen Gesetze gegenseitige Beziehungen zwischen den verschiedenen meteorologischen Factoren ausdrücken, so kann man dieselben auch umdrehen und z. B. von der Art der scheinbaren Windesdrehung auf Temperaturwechsel etc., oder das Herankommen des warmen oder kalten Luftstromes schliessen. Sie geben daher einem Jeden treffliche Mittel an die Hand, aus dem einen oder andern dieser Factoren auf das Thun und Treiben der übrigen zu schliessen, oder mit anderen Worten, uns Aufschluss über das kommende Wetter zu verschaffen.

2. Die Ursache einer in gleicher Höhe fortlaufenden Bewegung des Barogramms oder eines Stillstandes des Barometers.

Es ereignet sich oft, dass das Barometer tagelang auf derselben Höhe stehen bleibt, die Curve des Barogramms daher eine in gleicher Höhe fortlaufende Linie darstellt. Man darf indessen aus der Ruhe des Barometers nicht auf

eine Ruhe in der Wetterregion der Atmosphäre schliessen. Im Gegentheil finden zu solchen Zeiten oft die oben beschriebenen Bewegungen beide gleichzeitig statt, d. h. der warme, obere Luftstrom fliesst oben nach dem kalten Gebiete hohen Barometerstandes, während der kalte, schwerere Luftstrom auf der Erde nach dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes hinfliesst. Es bildet sich durch diese doppelte Bewegung in entgegengesetzter Richtung eine sich gleich bleibende Differenz der Gewichte der beiden übereinander liegenden Luftströme aus; die Begegnungsfläche legt sich horizontal, und das Barometer bleibt auf derselben Höhe stehen. Wir haben in solchen Fällen häufig zwei fortschreitende Stürme über einander: oben einen Niederdrucksturm, unten einen Hochdrucksturm. Dieser Zustand ist durch die charakteristischen Wolken beider Sturmarten zu erkennen. Wir sehen den Himmel mit einer gleichmässig grauen undurchsichtigen Decke, dem Stratus, überzogen, deren Bewegung man nicht mehr erkennen kann; unter diesen ziehen schwärzere Massenwolken (Cumulus), die sich in Gewitterwolken anordnen können und in ihrer bekannten Richtung nach dem warmen Gebiete hohen Barometerstandes ziehen. Dass das Barometer bei völliger Ruhe der Luft ebenfalls ruhig und in gleicher Höhe bleibt, versteht sich von selbst.

3. Die Ursache einer sprungweisen, plötzlich ab- und aufwärts gehenden Bewegung.

Wir haben im Obigen die Verdrängung einer der beiden entgegenstehenden Luftströmungen durch die andere unter der Voraussetzung betrachtet, dass keine Störung oder Hemmung durch irgend ein Hinderniss dabei vorkommt. Anders verhält sich die Sache, wenn dem verdrängenden Strome Hindernisse in den Weg treten, wodurch Stockungen in seinem Laufe entstehen. Hierdurch können Sprünge, plötzliches Steigen und Fallen des Barometers entstehen.

Der vordringende warme, leichte Luftstrom ist einem Hindernisse in seinem Laufe nicht so sehr unterworfen, wie der kalte schwere Luftstrom; denn der warme, leichtere Luftstrom kann jedem Hindernisse nach oben hin ausweichen. Er fliesst an den höchsten Gebirgen hinauf und darüber hinweg, so lange noch ein Mangel an Luft, oder was dasselbe ist, kein Gegendruck von der entgegengesetzten Richtung vorhanden ist. Wird der warme, leichtere Luftstrom durch dieses oder ein anderes Hinderniss, z. B. einen entgegenstehenden kalten Luftstrom, gezwungen, eine mehr senkrechte Richtung einzuschlagen, so ist davon nur ein rascheres Fallen des Barometers die Folge.

Der kalte, schwerere Luftstrom kann aber einem Hindernisse weder nach oben, noch nach unten aus dem Wege gehen. Wohl fliesst er schneller thalabwärts, häuft sich aber vor Hügeln, Bergen und einem schnellfließenden warmen Luftstrome in entgegengesetzter Richtung auf, und nöthigt diesen, seinen Weg mehr oder weniger, je nach dem Grade der Anhäufung vor demselben, senkrecht aufwärts zu nehmen. Das Barometer muss durch eine solche Anhäufung schwerer, kalter Luft über demselben plötzlich in die Höhe springen, und durch das mehr oder weniger senkrechte Aufwärtsfließen des warmen, leichten Luftstromes unmittelbar vor dieser Anhäufung ebenso plötzlich fallen. Ein solches plötzliches Fallen und plötzliches Steigen unmittelbar danach hat man, seitdem Barographen (automatische Barometer) arbeiten, bereits kennen gelernt, und seitdem man Gewitterbeobachtungen macht, auch gefunden, dass diese Erscheinungen des plötzlichen Fallens und Steigens mit den Gewittern zusammenhängen, und man hat die Curve (auf- und abgehend) wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer Nase „Gewitternasen“ genannt; die Erklärung aber des Warum steht, so viel ich weiss, noch aus. Aus den Grundanschauungen und den Gesetzen, die sich aus continuirlichen Beobachtungen entwickelt haben, ergiebt sich, wie wir sehen, nicht allein eine ungezwungene Erklärung für diese, sondern auch für die

meisten anderen, vielleicht für alle meteorologischen Probleme. Ich habe einige Hundert solcher bisher ungelösten Probleme, die theils von hervorragenden Meteorologen, wie Dove, Mohn, Buys-Ballot etc. und theils auch von mir gestellt worden sind, aufgeschrieben, die sich alle fast von selbst daraus ergeben, z. B. die Ursache der Entstehung des Gebietes des niedrigsten Barometerstandes (der Depression), die Fortbewegung desselben gegen den herrschenden Wind etc.

Wir bemerken in unserem Barogramm vom 1. Juli (Fig. 3), vier solcher Gewitternasen und dazwischen leichtere Senkungen und Hebungen, die bei continuirlichen Beobachtungen dieselben Gesetze verificirt haben würden, die sich bei den beobachteten Gewitternasen zeigen werden. Die erste Gewitternase sehen wir bei b, gleich nach Mitternacht, die zweite bei c, um 11 Uhr, die dritte bei d gegen 8 Uhr, die vierte bei e um 9 Uhr.

Bevor ich meine Gesetze zur Prüfung ihrer Richtigkeit auf das Barogramm anwende, will ich hier kurz andeuten, wie ein Jeder, gleichviel, ob er Fachmeteorologe oder Laie ist, nicht allein die Richtigkeit dieser Gesetze selbst jeden Tag ohne besondere Mühe prüfen, sondern auch persönlich praktischen Nutzen für sein Leben aus denselben ziehen kann. Der Leser drehe nämlich die unter den Ursachen der drei verschiedenen Barometerschwankungen entwickelten Gesetze um, indem er z. B. in Beziehung auf die unter 1 entwickelte Ursache sagt: Ist es wahr, dass das Ueberunsergehen eines kalten Luftstromes das Barometer zum Steigen und das Ueberunsergehen des warmen Luftstromes das Barometer zum Fallen bringt, so muss umgekehrt das Steigen des Barometers einen kalten, und das Fallen desselben einen warmen Luftstrom bringen; im Falle dass beide, Barometer und Thermometer gleichzeitig steigen, wird es nach dem obigen Gesetze noch wärmer, als bis dahin. Dies letztere fand vor dem 1. Juli 1891 statt. Man muss bei der Beurtheilung dieser Sache immer die keilförmige

Lage der beiden entgegenfliessenden Luftströme übereinander und unsere Stellung zu denselben, wie sie in Fig. 1 dargestellt ist, im Auge halten. Beim Vorrücken des kalten Luftstromes treffen die Druck- und Temperaturveränderungen fast gleichzeitig mit der dünnen Spitze des kalten Luftkeiles bei uns ein. Beim Vorrücken des oberen warmen Luftstromes tritt die Druckveränderung sofort ein, sobald die vordere dünne Spitze des warmen Luftkeiles oben mit den Cirrus-Wolken über uns angekommen ist, während die Linie der grössten Temperaturdifferenz c d, oder das Minimum, je nach der Geneigtheit der Begegnungsfläche $\frac{1}{2}$ bis 2 Tage von uns entfernt sein kann; das Herankommen des warmen Luftstromes ist daher länger vorher am Fallen des Barometers zu erkennen, als das des kalten durch Steigen. Aus den charakteristischen Wolken für diese beiden Luftströme, den Cirrus-Wolken für den warmen und der Cumulo-Stratus-Wolke für den kalten Luftstrom, kann man deren Herannahen noch früher erkennen, als durch den Druck oder das Barometer (s. „Storms“ etc.). Beide Erscheinungen sind indessen als ergänzende Anzeichen sehr nützlich,⁹⁾ denn oft ist der

⁹⁾ Wenn man bedenkt, dass nach dem Urtheil erfahrener Aerzte unter zehn Krankheiten wohl sechs ihre Entstehung in Erkältungen haben, deren Ursache meist in Unkenntniss von kommenden Temperaturwechseln zu suchen ist (weil man sich solchen Temperaturwechseln gemäss kleiden sollte, um deren Folgen zu vermeiden), so ist das Auffinden eines solchen Gesetzes, welches für Jeden so leicht verständlich und ohne Mühe erkennbar ist, wie ich glaube, von weiter Tragweite und nicht geringer Bedeutung. Unsere industriellen, landwirtschaftlichen und häuslichen Unternehmungen, von den grössten bis zu den kleinsten, unser physisches und geistiges Wohlergehen, sind so sehr von Temperaturwechseln und dem damit zusammenhängenden Wetter abhängig, dass wohl Jeder sein Thermometer und Barometer mit mehr Interesse, weil mit mehr Verständniss beachten wird, als bisher. Das Barometer für sich allein hat seinen hohen Ruhm als Wetter-Prophet verloren und hat denselben auch seit dem seit zwanzig Jahren herrschenden Maxima- und Minima-Cultus noch nicht wieder zurück erlangen können. Die hier entwickelten inneren Beziehungen zwischen Temperatur- und Druckveränderungen werden diesen Instrumenten neuen Werth verleihen. Das Signal-Service-Bureau U. S. (Wetterwarte) stieg daher beim Publikum

warmer Luftstrom so arm an Feuchtigkeit, dass man die Druckveränderung desselben erkennt, bevor Cirrus-Wolken erscheinen. Es sind hierbei ebenfalls die täglichen Temperaturschwankungen in Folge der Ein- und Ausstrahlung, wenn auch nur im Allgemeinen, mit zu berücksichtigen.

Probe auf die Richtigkeit der oben entwickelten Grundanschauungen und Gesetze durch den Nachweis ihrer Uebereinstimmung mit dem Barogramm vom 1. Juli 1891 (s. Fig. 3).

Wir wollen nun die oben entwickelten Gesetze und Grundanschauungen mit der Geschichte der meteorologischen Begebenheiten vergleichen, die uns in Bezug auf die Druckveränderungen in dem Barogramm vom 1. Juli continuirlich, wenn auch automatisch durch den Barographen aufgezeichnet worden sind. Der Versuch würde vollständiger ausfallen, wenn wir für die übrigen mitwirkenden Factoren und Erscheinungen, wie Temperatur-, Wind- und Feuchtigkeitsveränderungen, namentlich aber die Wolken, auch solche continuirlichen Bilder hätten, wie ich sie mir bei meinen Beobachtungen, in Ermangelung von Automaten, selbst gemacht habe. Damit Sie das Bild der meteorologischen Begebenheiten, welches ich in meinem ersten der drei Vorträge ohne Barogramm, nur mit den Wind- und Temperaturveränderungen (die in folgender Tabelle enthalten sind) entworfen habe, mit dem Bilde vergleichen

sehr hoch in seiner Bedeutung und seinem Werthe, als es unter Gen. Hazen, seinem damaligen Chef, auf Grund meiner Oscillations-Theorie anfang, das Herankommen der kalten und der warmen Luftwelle (The cold and the warm Wave) vorher zu bestimmen. Dies war für das Herankommen des kalten Luftstromes leicht durch die vorhandenen Depeschen auszuführen; denn derselbe fließt immer über die Erdoberfläche, nicht aber für den oberen warmen Luftstrom, weil man das oben entwickelte Gesetz zwischen Wärme und Druck und das Wesen meiner Anschauungen überhaupt nicht zu verstehen scheint. Man gab daher das Vorherbestimmen der warmen Luftwelle wieder auf. Nach dem Vorhergehenden kann es ein Jeder selbst thun.

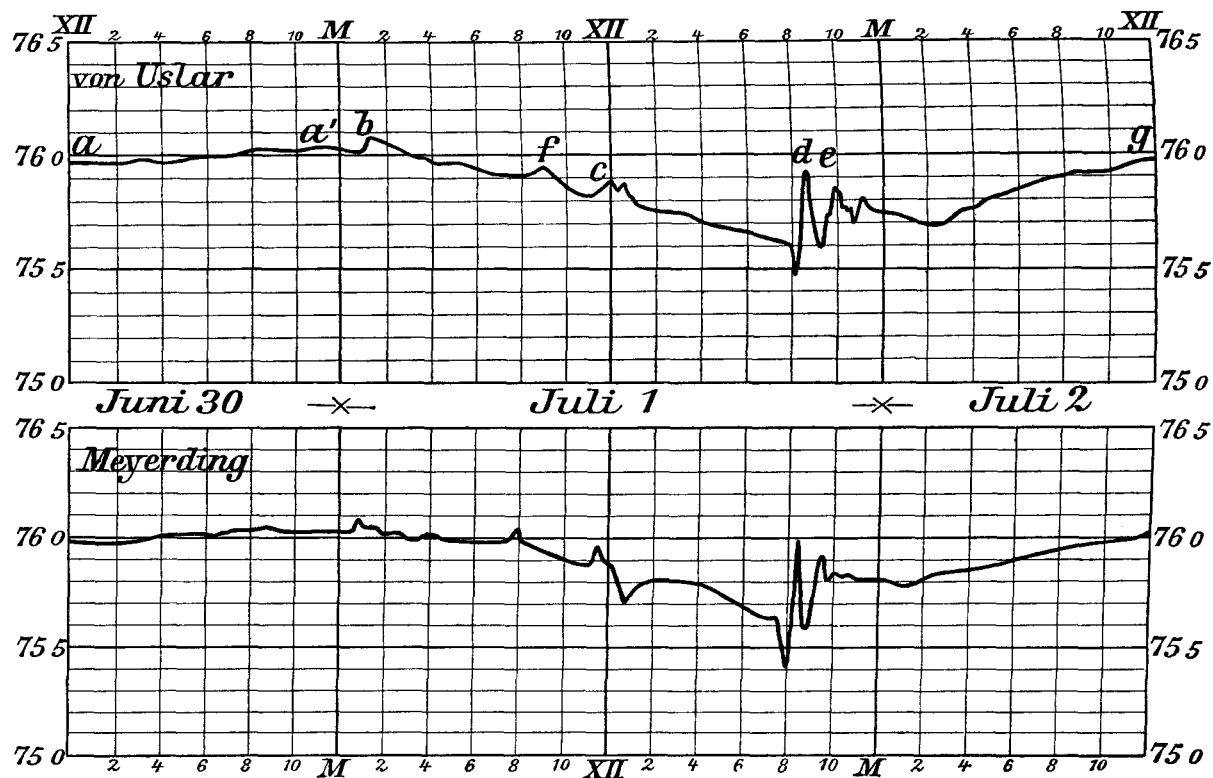


Fig. 3.

Zwei Barogramme vom 1. Juli 1891.

können, welches wir jetzt an der Hand des Barogramms mit Hülfe der oben entwickelten Grundanschauungen und Gesetze darzustellen versuchen wollen, bitte ich die Seiten 26—29 meines ersten der drei Vorträge zur Hand zu nehmen.

Tabelle über die Wind- und Temperaturbeobachtungen an der Station während der fünf Gewitter (vor-während-nach) am 1. Juli:

Gew.-Richtung	Vor d. Gew.		Währ. d. Gew.		Nach d. Gew.	
	Wind u. Temp.		Wind		Wind u. Temp.	
1. SW	SW	21.6	W		NO	17.2
2. SW	SSO		SSW		SSW	
3. W	SSW	24.0	N		SSW	
4. W	SSW	27.3	NNO		NW	18.2
5. W	NW		NW		W	15.0.

Ein Blick auf das Barogramm zeigt uns in der Art des Fallens und Steigens der Curve den Kampf der beiden entgegenstehenden Luftströme im Hochdrucksturme, und unsere Erklärung wird bestätigt, wenn wir die horizontalen Druckverhältnisse, wie sie in den Wetterkarten zu sehen sind, mit den vertikalen Druckveränderungen im Barogramm in Beziehung bringen. Nach der Magdeburger Wetterkarte liegt am 30. Juni (Fig. 4) und am 1. Juli (Fig. 5) „über dem ganzen Süden und Südosten Europas ein Gebiet hohen Druckes“ und nach den Temperaturangaben zu schliessen, ein warmes Gebiet hohen Druckes. „Nördlich von Irland liegt eine Depression, welche am 1. Juli an Intensität verliert, während das warme hohe Gebiet unverändert bleibt.“

Schon in meinem ersten der drei Vorträge über diese Hagelstürme schloss ich, ohne das Barogramm zu kennen, aus diesem Umstande, dass diese Depression durch die Verdrängung des kalten durch den warmen Luftstrom nach NW hin hervorgerufen, und der Verlust an Intensität der Depression durch eine Ausfüllung bei der Rückoscillation von dem im nordwestlichen Atlantischen Ocean liegenden kalten Gebiete hohen Druckes stattgefunden habe, und dass die vordere, dünne Spitze des rückoscillirenden kalten

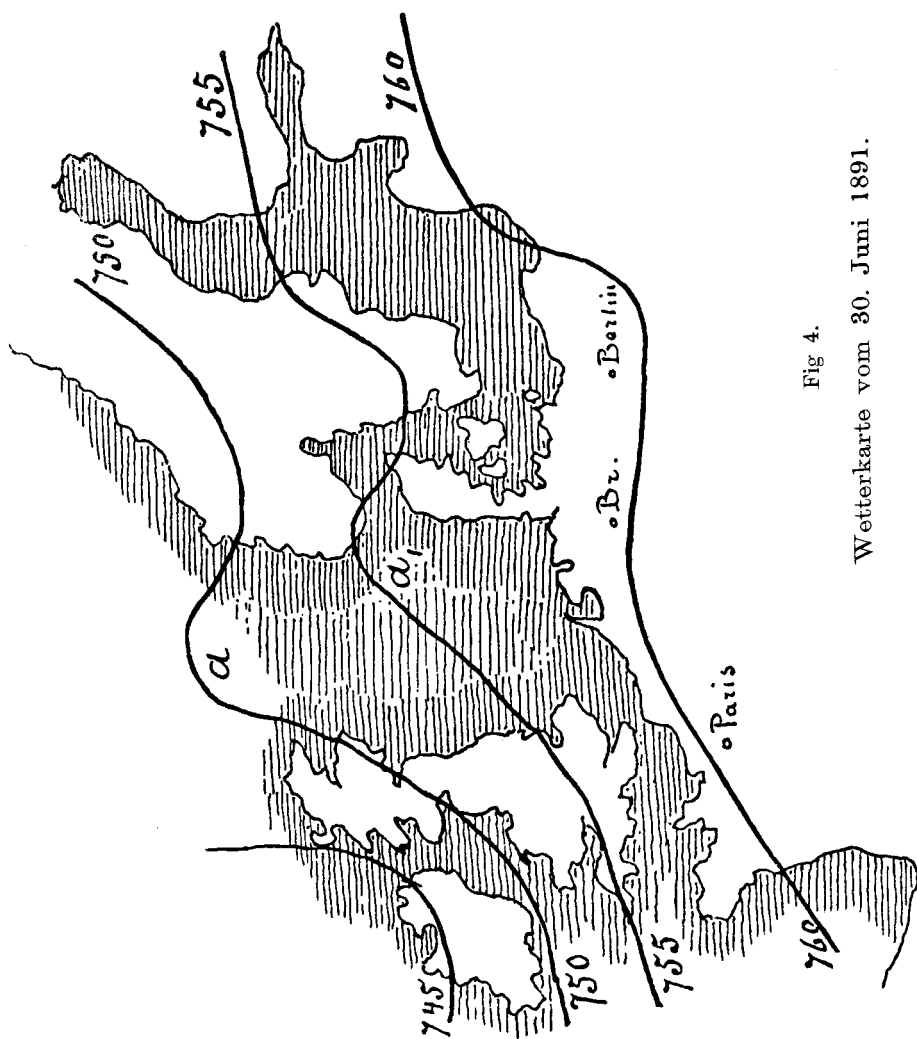


Fig. 4.

Wetterkarte vom 30. Juni 1891.

Luftstromes gegen Abend des 30. Juni schon in Braunschweig und Umgegend angekommen sein müsse. Die Beweise für die Richtigkeit dieser Muthmassung treten nun sowohl auf der Wetterkarte, wie im Barogramm hervor. In der Wetterkarte vom 30. Juni (Fig. 4) sehen wir südöstlich von dem erwähnten Minimum über der Nordsee einen sogen. Gewittersack, d. h. eine von den gradlinig laufenden Isobaren 750 und 755, nach NW oder dem Minimum hin gerichtete Biegung a und a'. Ueber dem von der Biegung eingeschlossenen Terrain ist somit höherer Druck entstanden, indem der keilförmig vordringende kalte Luftstrom, vom kalten Gebiete hohen Druckes herkommend, nicht allein die Depression ausfüllte, sondern weiter über die Nordsee nach SO hin einen erhöhten Druck über seinen Weg nach Braunschweig und Umgegend verursachte. Unser Barogramm wird diesen Hergang in vertikaler Richtung bestätigen.

(Fig. 3) stellt dasselbe von 12 Uhr Mittags den 30. Juni bei a bis 12 Uhr Mittags den 2. Juli bei g dar.¹⁰⁾ Die geringe Steigung der Curve von a bis a'¹¹⁾ (12 Uhr Mittags den 30. Juni bis 9 Uhr Abends) zeigt, dass der kalte Luftstrom mit seiner vordersten Spitze in Braunschweig angekommen ist, und in der untersten Luftschicht den warmen, herrschenden Luftstrom zu verdrängen sucht. Dass diese Bewegung nicht gleichmässig, sondern wellenartig stattfindet, deutet auf hin- und hergehende Oscillationen zwischen dem warmen und kalten Strome, in denen

¹⁰⁾ Für die Leser im allgemeinen Publikum, die mit Barographen nicht vertraut sein möchten, will ich erwähnen, dass wir bei der Betrachtung des Barogramms den warmen Luftstrom von links und den kalten Luftstrom von rechts herkommend denken müssen. XII oben bedeutet Mittag, M Mitternacht und die oberen Zahlen bedeuten die Tagesstunden; die an den Seiten stehenden Zahlen bedeuten den Barometerstand in mm (Millimeter). Die Druckveränderungen sind durch die auf- und abgehenden Biegungen der Curve dargestellt, finden aber alle über dem Barographen in Braunschweig statt; die Distanzen sind daher Zeit-, nicht Raumabschnitte.

¹¹⁾ a' muss um eine Stunde zurück auf 9 Uhr Abends stehen.

der warme Luftstrom noch immer der mächtigere ist, hin; dass aber trotzdem die Curve treppenartig in die Höhe steigt, lässt uns schliessen, dass der kalte Luftstrom bei jedem Versuche, den warmen Luftstrom zu verdrängen, mit einer grösseren Tiefe heranrückt. Der Wind an der Station war denn auch unbeständig und wechselte verschiedene Male von SW nach NW und zurück. Die Temperatur war um 2 Uhr Nachmittags 26.2° und sank bis 9 Uhr Abends auf 21.6° , als die Curve am höchsten stand. Bis zu dieser Zeit, 9 Uhr, zeigt die Curve eine ruhige, abwechselnde, gegenseitige Verschiebung der beiden entgegenstehenden Luftströme in der untersten Schicht der Wetterregion, in denen der kalte Luftstrom an Tiefe und Macht gewinnt. Die unter 1 behandelte Ursache scheint hier vorzugsweise thätig zu sein, und auf eine kurze Zeit von 9 Uhr bis gegen Mitternacht die unter 2 behandelte Ursache eine sich gleich bleibende Gewichts-differenz zwischen den Luftströmungen auszubilden, was in dem zweiten Barogramm deutlich erscheint. Es ist gleichsam ein Gefecht auf weite Distanzen.

Kurz nach Mitternacht wird der Kampf heisser. Der kalte Luftstrom findet bei b (d. h. zu dieser Zeit) grösseren Widerstand und häuft sich auf, wesshalb das Barometer plötzlich steigt, der warme Luftstrom wird vor dieser Aufhäufung genöthigt, eine schrägere Richtung aufwärts zu nehmen, wesshalb das Barometer der Aufhäufung voraus fällt und zwar in demselben Verhältniss, als sich die Aufhäufung vergrössert. Dieser Prozess der Gegenseitigkeit im Fallen auf der einen Seite und im Steigen auf der anderen Seite der Begegnungsfläche, fängt um Mitternacht an; denn zu der Zeit fängt die Curve an, sich zu senken. Um circa $\frac{1}{2}$ Stunde später hat sie die grösste Tiefe, die Linie cd, und gleich darauf die grösste Höhe b erreicht, und die erste der fünf Gewitternasen oder das erste Gewitter ist über Braunschweig herangerückt. Bis zu dieser Zeit herrschte der SW-Wind und stürzte mit immer beschleunigter Geschwindigkeit in das sich bildende Minimum,

um die Stelle des aufwärts genöthigten vordern Theiles desselben einzunehmen. Der Fortschritt des kalten Luftstromes wurde hierdurch verzögert und dessen Anhäufung vergrößert. Die Temperatur von 9 Uhr vorigen Abends ist zur Zeit der grössten Tiefe der Curve, also vor dem Gewitter, in Ermangelung einer besonderen Beobachtung, repetirt — nämlich 21.6° . Sie müsste jedenfalls, meinen früheren Erfahrungen gemäss, höher sein, wenn nicht die nächtliche Ausstrahlung entgegenwirkte. Nachdem die Aufhäufung der kalten, schweren Luft, vermöge ihres Gewichtes mächtig genug geworden, für eine kurze Zeit die mit grosser Elastizität in das Minimum einstürzende warme Luft zu überwinden und sich stossweise in dasselbe zu wälzen, d. h. nachdem die Begegnungsfläche über den Barographen vorgerückt ist, steigt das Barometer, die Curve springt plötzlich in die Höhe, der Wind legt sich an die kalte Seite der Begegnungsfläche nach NO und die Temperatur sinkt auf 17.2° .

Die scheinbare Anomalie des Windes, sich nach NO statt nach NW in die entsprechende Lage an die kalte Seite der Begegnungsfläche zu legen, findet wohl in folgendem Umstande eine Erklärung. Wir finden nämlich in der folgenden Wetterkarte vom 1. Juli (Fig. 5) einen anderen Theilstrom vom kalten Gebiete hohen Druckes oder einen anderen Gewittersack b über Norwegen und Schweden, mithin von NNW her auf Braunschweig und Umgegend hinziehen. Die Biegung b' der Isobare 760 in SO von Braunschweig scheint das Minimum in Front des kalten Luftstromes b anzudeuten. Dieser trifft mit dem über die Nordsee herkommenden Theilstrome (Fig. 4) unter einem spitzen Winkel zusammen, und indem sie gemeinschaftlich auf Braunschweig anrücken, wird die nordwestliche Richtung weiter nach NO verschoben. Bei der Rückoscillation, der Verdrängung dieser beiden kalten durch den warmen Luftstrom, legt sich, dem gesetzlichen Windwechsel in Hochdruckstürmen gemäss, NO zu SO an die warme Seite der Begegnungsfläche, und dieser SO

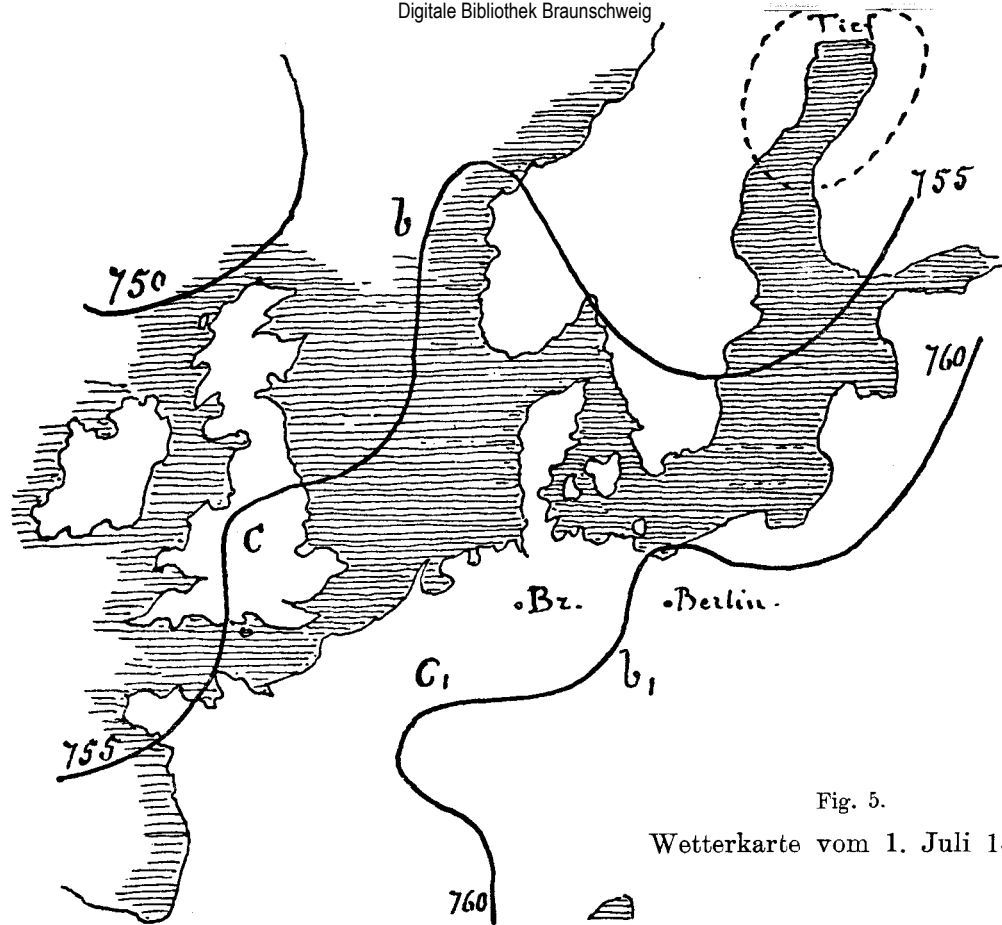


Fig. 5.

Wetterkarte vom 1. Juli 1891.

verschiebt sich, aus der eben angegebenen Ursache weiter in SSO und dann in SW, welche Richtung während des zweiten, südlich von der Station vorüberziehenden Gewitters beibehalten wird. Die Windesrichtung macht somit eine scheinbare volle Drehung, in Folge der unter einem spitzen Winkel zusammentreffenden zwei kalten Theilströmungen.

Von b bis c (Fig. 3) sind nur während des mit dem Rande südlich von der Station vorüberziehenden zweiten Gewitters Beobachtungen gemacht worden, und die Tabelle zeigt, dass die Windesrichtung des rückoscillirenden warmen Luftstromes während dieses Gewitters dieselbe von SSW bleibt. Die lange Dauer dieser Rückoscillation von b bis c ($1\frac{1}{2}$ Uhr Morgens bis 11 Uhr Vormittags), welche immer wärmere SSW-Luft über uns herführte, hob die Temperatur von 17.2° auf 24.0° — das Barometer fiel, die Curve senkte sich, nicht gleichmässig, sondern wellenförmig. Wir schliessen vom Letzteren, dass der kalte, schwere Luftstrom fortwährend stossweise Anstrengungen machte, über die Erdoberfläche vorzudringen, was namentlich bei f sehr deutlich zu sehen ist. Wenn continuirliche Beobachtungen gemacht worden wären, so würde man gewitterartige Erscheinungen, Wind- und Temperaturwechsel bei jeder Hebung bemerkt haben.

Das dritte Gewitter um 11 Uhr bei c ist nur eine verstärkte Wiederholung des ersten. Schon bei f hat sich der kalte Luftstrom durch erhöhten Widerstand in dem rückoscillirenden warmen Luftstrom so angehäuft, dass letzterem eine schrägere, aufwärtsgehende Richtung gegeben wird; daher das raschere Fallen des Barometers und steilere Sinken der Curve vor der gleich darauf folgenden verstärkten Anhäufung kalter Luft. Die kammartige Kuppel der Anhäufung scheint deutlich zu beweisen, dass der kalte Luftstrom erst nach zwei rasch aufeinander folgenden Anprallungen durch die Rückoscillation des warmen Luftstromes zurückgedrängt wird. Der warme Luftstrom nimmt nun von 12 Uhr Mittags bis gegen $7\frac{1}{2}$ Uhr das Schlachtfeld wieder ein.

Das steilere Sinken der Curve oder raschere Fallen des Barometers zwischen dem dritten und vierten Gewitter, von 12 bis 7 $\frac{1}{2}$ Uhr, ist zum Theil dem Fortschritt des rückoscillirenden warmen Luftstromes, hauptsächlich aber der steileren Richtung zuzuschreiben, die derselbe vor der sich mehr und mehr aufthürmenden kalten Luft zu nehmen genöthigt wird. Er verliert indessen durch das steilere Aufwärtsgehen immer mehr an Widerstandskraft, während der kalte Luftstrom im selben Verhältnisse gewinnt. So kommt es um circa 8 Uhr bei d zu einem unstabilen Gleichgewicht. Die Begegnungsfläche steht fast senkrecht, was an der senkrecht aufwärtssteigenden Curve zu sehen ist. Der warme Luftstrom, der mit einer Temperatur von 27.3° in das zwischen beiden geschaffene Minimum mit wachsender Geschwindigkeit stürzt, ist genöthigt, senkrecht vor dieser Anhäufung in die Höhe zu schiessen. Die Ursache dieser wachsenden Geschwindigkeit des nachfolgenden Theiles dieses Stromes ist leicht einzusehen (s. zweiten Vortrag). Unmittelbar danach wälzt sich die thurmhoch angehäufte Luft stossweise in dieses Minimum und über uns, und die Temperatur fällt von 27.2° auf 18.2° in einer Viertelstunde. Das Barometer war in dieser Zeit um 2.5 mm gefallen und um 6 mm gestiegen, was jeder an der nasenähnlichen Curve ablesen kann. Diese Gewitternase ist das charakteristische Bild eines Hochdrucksturmes, sein Scelett gleichsam, im allergefährlichsten Augenblicke seiner Entwicklung, im unstabilen Gleichgewicht. Wird dies durch irgend eine Ursache gestört, so entstehen die verheerenden Wirbel, die eigentlichen Cyclone, die dann der Begegnungsfläche entlang zwischen den beiden entgegenstehenden Luftströmungen des Hochdrucksturmes durch den engen tiefen Trog, das Minimum, hindurchrasen und Alles zerstören, was in ihrer kurzen aber verhängnissvollen Bahn liegt.¹²⁾

¹²⁾ Für die Entstehung der Cyclonen auf Land und Wasser siehe „Storms“, oder „Amerikanische Tornados“, Vortrag, gehalten vor der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Bremen 1891, oder auch die zwei ersten der drei Vorträge über Meteorologie. Ich habe auf diese

Dieser, oder besser diese Wirbel (ich habe schon 8 bis 10 Wirbel in einem Hochdrucksturme gefunden), die über dieselbe oder parallele Bahnen laufen (oft theilweise übereinander, wodurch die Einsicht in den Zusammenhang erschwert wird), saugen in ihrem luftverdünnten Innern auf einer spiralförmigen Bahn so viel von dem warmen Luftstrom aufwärts, dass er an Widerstandskraft noch mehr verliert und nun durch den mächtiger gewordenen kalten Luftstrom von der Erdoberfläche dauernd aufgehoben und zurückgedrängt wird. Der kalte Luftstrom behält von jetzt an die Herrschaft auf der Erdoberfläche. Die Gewitternase des fünften Gewitters bei e reicht nicht mehr auf die Erde herab; die Oscillation, welche das fünfte Gewitter verursachte, vollzieht sich in einer höheren Schicht der Wetterregion kurz nach dem vierten Gewitter, und dieses Gewitter wird daher mit Recht Hochgewitter genannt. Es entsteht auf der Erde keine Rückoscillation durch den warmen Luftstrom, daher auch keine Erhöhung der Temperatur, kein Windwechsel. Die Temperatur geht im Gegentheil noch weiter abwärts, von der Höhe 18.2^0 , welche wir nach dem Vorübergange des vierten Gewitters hatten, auf 15.0^0 , während die Druckcurve von jetzt an immer aufwärts steigt. Dies vollzieht sich anfangs in immer höher steigenden, kleineren Gewitternasen, ein Beweis, dass die Oscillationen immer weiter aufwärts rücken und von 2 Uhr

gefährlichsten aller fortschreitenden Stürme besonderes Gewicht gelegt, weil sie der sogen. „modernen“ Wissenschaft noch gänzlich unbekannt zu sein scheinen und diese Unkenntnis für die Schifffahrt besonders gefährbringend ist (s. 2. Vortrag). Die meisten Schiffbrüche, in denen Niemand übrig bleibt, uns Kunde davon zu geben, sind wohl ihr Werk. Man sollte keine Gelegenheit, wie die am 1. Juli in Braunschweig, Crefeld etc. gebotene, vorüber gehen lassen, ohne mit der Untersuchung am nächsten Tage anzufangen, damit man die von diesen belehrenden Phänomenen auf die Erde gezeichnete Schrift unverwischt zu lesen erhält. Eingehende analytische Untersuchungen solcher Phänomene in der Natur geben uns die Schlüssel zum Verständnisse meteorologischer Probleme an die Hand. Auf dem richtigsten Wege hierzu ist wohl Prohaska (s. letzte Jahrgänge d. Meteor. Ztschft., bes. April-Heft 1891).

Morgens am 2. Juli ganz verschwinden. Von dieser Zeit steigt die Curve gleichmässig, der kalte Luftstrom rückt über Braunschweig ohne Hinderniss mit immer grösserer Tiefe vorüber. Aus dem Ausbleiben des Wind- und Temperaturwechsels, schloss ich in meinem ersten Vortrage, ohne das Barogramm in diesem Falle zu kennen, auf frühere Erfahrungen gestützt, auf denselben Hergang der Begebenheiten, und Sie sehen, dass dieselben durch das Barogramm bestätigt werden. Ich mache auf diesen Punkt aufmerksam, um zu zeigen, dass man durch continuirliche Beobachtungen über das gegenseitige Verhalten der verschiedenen meteorologischen Factoren zu einander, in Verbindung mit den Wolken, es dahin bringen kann, aus bekannten und vorhandenen Factoren auf unbekannte und fehlende Factoren mit ziemlicher Sicherheit schliessen zu können, eine Sache, die namentlich für den Seemann von noch ungeahntem Werthe ist. Ebenfalls hoffe ich, gezeigt zu haben, dass man mit Hülfe der Gesetze und Grundanschauungen, die sich aus der vierzig Jahre alten, aber bis heute unbeachtet gebliebenen Darstellung (Fig. 1) ergeben, aus einem Barogramm die meteorologische Tagesgeschichte lesen und wichtige Schlüsse auf die kommenden Ereignisse ziehen kann. Die Richtigkeit dieser Gesetze und Grundanschauungen scheint mir hierdurch erwiesen zu sein.

Gleichzeitig am 1. Juli mit dem über Norwegen und Schweden kommenden Theilstrome (Fig. 5, b) vom kalten Gebiete hohen Druckes, kam von demselben über England ein anderer kalter Theilstrom c, c' auf den Niederrhein und die untere Ruhrgegend zu, der gewittersackähnlich vor sich her Gewitter ausschüttete, in denen sich in der Gegend von Crefeld, Viersen, Kettwig etc. ein unstabiles Gleichgewicht ausbildete und Wirbel entwickelten, welche, den Berichten gemäss, dort noch grössere Verheerungen angerichtet haben sollen, als die in Braunschweig. Da dieser Theilstrom von einer westlicheren Richtung kam, so muss

auch die vor demselben liegende Begegnungsfläche und die Richtung der Wirbel von denjenigen der beiden anderen Theilströme in etwas abweichen. Die Wirbel in den Hochdruckstürmen, die durch das Vorrücken der drei Theilströmungen gegen das warme Gebiet hohen Druckes verursacht wurden, werden gewöhnlich mit den Hochdruckstürmen als ein Sturm, gewöhnlich als ein Cyclon aufgefasst, was nicht ganz der Sache entspricht. Noch unrichtiger ist es, die verschiedenen Wirbel in einem Hochdrucksturm mit diesem als ein Phänomen zu betrachten und von cyclonalen oder Wirbelgewittern zu sprechen; solche giebt es einfach nicht. Ein Hochdrucksturm oder ein Gewitter ist eine Erscheinung für sich, und die darin etwa vorkommenden Wirbel sind andere Erscheinungen ganz anderer Art; diese verschiedenen Erscheinungen wurden schon in meiner ersten Arbeit 1852 im Allgemeinen und in „Storms“ scharf charakterisirt und getrennt, was aber wahrscheinlich erst dann erkannt werden wird, wenn es einem „modernen“ Meteorologen gelingen sollte, sie mit der beliebten Devise „Maximum und Minimum“ in Beziehung zu bringen, wie es mit der Entdeckung der Richtung der Cirrus-Wolken etc. geschehen ist.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, in Betreff der Richtung der Hochdruckstürme und der Zerstörungen über die Endsectionen zweier Wirbel im Hötzumer Walde, welche die Herren persönlich in Augenschein zu nehmen beschlossen haben, einige Worte zur Erläuterung voraus zu schicken. Das Specielle lässt sich an der Stelle der Zerstörung am besten beurtheilen.

Es ist für den besten, sorgfältigsten Beobachter, der das Wesen der Hochdruckstürme und ihre Wolkenbewegung nicht kennt, schwer, ihre Richtung mit Sicherheit festzustellen, namentlich in der Nacht, denn die Blitze täuschen. In der Bestimmung an der hiesigen Station ist wohl eine solche Täuschung vorgekommen. Auf einem Ausgange, zum Zwecke, den erwarteten vierten Sturm besser sehen zu können, hatte ich den Eindruck, als ob er von NNW käme.

Da ich indessen keinen Compass mitgenommen hatte und Herrn Klages als einen der besten Beobachter kenne, so machte ich in meinem ersten Vortrage in der Bestimmung der Lage der Begegnungsfläche einen Compromiss (s. S. 28), und legte dieselbe von WSW nach ONO, was sich durch genauere spätere Untersuchungen als unrichtig erwiesen hat. Wenn nämlich die gewöhnlichen Mittel, wie Windesrichtung, Wolkenbewegung und Blitz nicht zu einer sicheren Bestimmung der Zugrichtung eines Hochdrucksturmes führen, so bleibt uns das zuverlässigste Mittel, die Richtung der Zerstörung aus der Endsection tornadoartiger Wirbel zu ermitteln, denn diese Erscheinungen schreiben ihren Weg deutlich genug auf die Erde und ihre Richtung ist der Begegnungsfläche im Hochdrucksturme entlang und parallel. Auch ist gerade in der Endsection eines Tornado diese Richtung am deutlichsten ausgesprochen. Ueber der Anfangssection eines Tornado liegen die zerstörten Gegenstände in der Richtung des warmen, zerstörenden Windes schräg gegen die Zerstörungsbahn; über der Mittelsection liegen die Gegenstände in allen Richtungen, wie ein Cyclon sie legen muss; über der Endsection kommt nur die Richtung des mit furchtbarer Geschwindigkeit dahinrasenden Wirbel-Vakuums zum Ausdruck, und die ist der Begegnungsfläche entlang und parallel. Auf diese Weise findet man aus der Richtung der Endsection eines Tornado die Richtung und Lage der Begegnungsfläche im Hochdrucksturme.

Glücklicherweise hat nun das Herzogliche Forstamt auf unsere Veranlassung diese Endsectionen nicht allein in ihrer Lage zu erhalten gesucht, sondern auch im Interesse der verehrten Mitglieder der Meteor. Gesellschaft vermessen lassen und diese Vermessung ist durch Herrn Klages im Grundriss (Fig. 6) kartographirt worden. Ein vollständiges Bild der Zerstörung werden Sie Morgen an Ort und Stelle erhalten, denn hierzu gehört nicht allein die Aufnahme der Zerstörung, sondern auch diejenige der unbeschädigt gebliebenen Gegenstände, eine Arbeit, die hier nicht

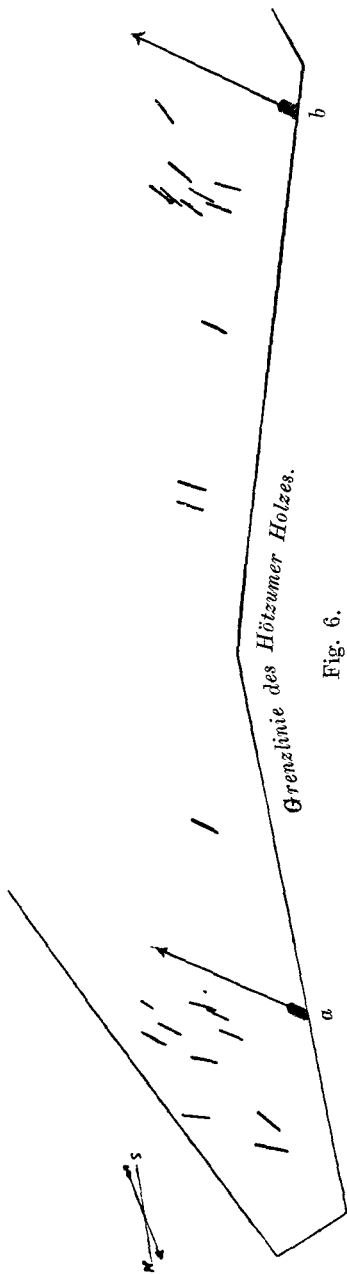


Fig. 6.

Die Endsectionen zweier Tornados im Hötzumer Holze.

ausführbar war. Die Zerstörung der Endsectionen betrifft 22 starke Eichen von einem Meter Durchmesser, deren gegenseitige Lage durch Striche bezeichnet sind. Sie liegen in zwei getrennten Streifen und zeigen offenbar getrennte Phänomene. Diese Eichen standen in einem aussergewöhnlich dichten Untergehölz und waren alle in der Durchschnitts-Richtung der beiden parallelen grossen Pfeile a und b umgelegt, so dass die Hälfte der Wurzeln noch in der Erde steckten. Diese getrennten Streifen sind gegen das Ende hin zugespitzt, ein Zeichen, dass die trichterförmigen Wirbel (denn es sind offenbar die Endsectionen zweier unabhängiger Wirbel) in der Auflösung und aufwärts im Verschwinden begriffen waren. Es war ausser an ein Paar hochstehenden Zweigen weder eine Beschädigung an den Eichen, noch an dem Unterholze zu sehen, woraus wohl hervorgeht, dass die Wirbel über ihren Kronen hinweggezogen und das Umstürzen der Eichen durch die Wucht, mit der sie die unterste Luftschicht zusammenpressten, verursacht wurde. Dies war

um so leichter, als keine von diesen starken Eichen Pfahlwurzeln besass. Der Umstand, dass die Wirbel nicht über die Erde, sondern über die Kronen der Bäume herrasten, die keine Pfahlwurzeln hatten, erklärt wohl auch, dass manche der Eichen etwas nach Aussen von der Hauptrichtung, statt wie gewöhnlich nach der Axe des hinziehenden Vacuums liegen, eine Thatsache, die manchmal auch in der Vertheilung und Stärke der Wurzeln ihre Ursache haben! kann. Der Eichenbestand zwischen diesen beiden Streifen ist unbeschädigt geblieben, ausser den vier einzeln liegenden Bäumen. Diese sind wahrscheinlich durch kleinere bei der Auflösung der Hauptwirbel abspringende Theile umgeworfen worden. Der Parallelismus der beiden Hauptwirbelstreifen ist durch die zwei grossen Pfeile a und b deutlich sichtbar, welche die Mittelrichtung jeder Gruppe darstellen. Aus ihrer Richtung geht nach dem Tornadogesetze (s. Tornado in „Storms“) die Richtung der Begegnungsfläche oder die Diagonale des Parallelogramms der Kräfte der beiden entgegenstehenden Luftströme im Hochdrucksturme hervor. Und da diese Fläche beim Verdrängen des warmen durch den kalten Luftstrom nur sich selbst parallel bleibt, so geht daraus hervor, dass dieser vierte Sturm von NNW herkam, und das stimmt auch mit der Richtung des Theilstromes b, Fig. 5, der am 1. Juli über Norwegen und Schweden auf Braunschweig zufloss und diesen Hochdrucksturm in Verbindung mit dem über die Nordsee kommenden Theilstrome verursachte.

Aus den Grundanschauungen, die bei der Untersuchung der Zerstörung des West-Cambridge-Tornado ihren Anfang von messbaren Gegenständen und handgreiflichen Thatsachen nahmen, und in der 40 Jahre alten Zeichnung Fig. 1 dargestellt sind, ergiebt sich somit eine natürliche, einfache Erklärung des 200 Jahre alten Problems: — über die Ursache des Fallens und Steigens des Barometers im Allgemeinen, sowie im Einzelnen über die drei verschiedenen

Arten des Fallens und Steigens, wie es sich in Barogrammen darstellt.

Diese Grundanschauungen geben uns ferner eine klare Einsicht in die gegenseitige Abhängigkeit der meteorologischen Factoren zueinander, namentlich der Temperatur, des wichtigsten der Factoren, zu Druck, Wind und Feuchtigkeit und bringen uns in den Wolken das Gesamtproduct zur Anschauung. So lange man die meteor. Factoren, wie in Wärme, Druck, Feuchtigkeit und Windesrichtung einzeln für sich untersuchte, konnte man keinen vollständigen Einblick in die Fabrikation des Wetters gewinnen. Nachdem Buys-Ballot im barischen Gesetze die Beziehung und die Abhängigkeit zweier Factoren, der Windesrichtung zum Drucke gab, war die Möglichkeit eines Einblickes in die innere Fabrikation des Wetters gegeben; aber nur eines theilweisen. Das volle Verständniss des Wetters wird dann erst klar, wenn wir die gesetzmässigen Beziehungen aller meteor. Factoren zu einander kennen lernen, besonders aber der Wärme zu den übrigen, denn die Wärme ist der Urquell aller Bewegungen und Veränderungen. Diese vier Factoren sind vier Baumeistern zu vergleichen, welche innig vereint, auf eine für uns unsichtbare Weise an dem ewig wechselnden, aber unvollendet bleibenden Wettergebäude arbeiten. Man sieht ihr geheimnissvolles Zusammenarbeiten erst, wenn es sich in dem Gesamtergebnisse in den Wolken darstellt, nachdem es vielfältig modifizirt und verändert worden ist durch den Einfluss der Verschiedenartigkeit der Erdoberfläche. Die „moderne“ Meteorologie glaubt in den Druckverhältnissen, den Maxima und Minima, das ganze Geheimniss erfasst zu haben. Es fehlen ihr die innern Beziehungen der mächtigsten Baumeister, der Wärme und der Feuchtigkeit zu den andern, dem Drucke und den Windesrichtungen. Diese Beziehungen sind nun in dem Obigen dargelegt worden. Das Gesetz der Wärme im Verhältniss zu Druck, zu Feuchtigkeit und Windesrichtung sind durch die oben entwickelten Grundanschauungen dargelegt und aus Fig. 1

zu ersehen. Auch das barische Gesetz erhält hier eine vollständigere Gestalt. In der Form, die ihm Buys-Ballot gegeben, fehlt die Berücksichtigung der Windesrichtung in verticaler Linie, sowie die Berücksichtigung der Windesrichtung in Hochdruckstürmen.

Aus diesen Grundanschauungen ging die Classification der Einzelercheinungen, der verschiedenen Stürme, und ihre Characteristik in Bezug auf alle meteorologischen Factoren hervor; das Problem, welches Dove im Jahre 1868 dem ersten Meteorologen-Congresse in Leipzig als das Wichtigste bezeichnete, war, nach meiner Ueberzeugung, schon im Jahre 1852 gelöst (s. Appendix A in „Storms“). Aus diesen Grundanschauungen ergibt sich das andere Problem, welches Dove zu der Zeit aufstellte, nämlich: die Ursache der Entstehung des Gebietes des niedrigsten Barometerstandes, der Depression, oder des Minimum, und die Lösung der räthselhaften Fortbewegung desselben, dem herrschenden Wind entgegen.

Aus diesen Grundanschauungen entwickelte sich die Cirkulation der Atmosphäre wie sie in meinem Werke (s. „Storms“, Tafel V, p. 65 u. s. f.) illustriert ist und ihr Zusammenhang mit den vier Arten von Stürmen. Hier sind auch die Gürtel hohen und niederen Druckes, ihre verschiedene Lage über den Meeren und dem Festlande und ihre Oscillationen mit dem scheinbaren Gange der Sonne begründet¹²⁾.

Aus diesen Grundanschauungen finden die zahllosen räthselhaften Erscheinungen in Tornados, wie sie von Redfield, Espy und mir beschrieben worden sind, eine einfache, natürliche Erklärung, oder besser gesagt: diese

¹²⁾ Der Verfasser des Artikels: „Beziehungen der täglichen synoptischen Karten, Wetterkarten, zur allgemeinen Cirkulation der Atmosphäre“ (s. Meteor. Ztschft. Januarheft 1893), hätte nicht bis in die neueste Zeit auf die Abhandlung von Teisserene de Bort zu warten nöthig gehabt, um zu lernen, warum diese Zonen hohen und niederen Druckes in den Luftdruckmitteln in den verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Lagen annehmen und zuweilen ganz verschwinden.

Grundanschauungen erwachsen aus den handgreiflichen Thatsachen, die sich mir bei der Untersuchung dieser Phänomene und später aufdrängten, von selbst, und haben daher eine solide, feste Basis. Von dieser Basis aus gesehen, erscheinen die meteorologischen Phänomene in einer natürlichen, ungekünstelten, leicht erfassbaren Gestalt, und man ist nicht gezwungen, bei jeder neuen Erscheinung einen anderen, fernliegenden und mit den Haaren herbeigezogenen Erklärungsgrund zu suchen. Die Meteorologen hätten z. B. nicht nöthig gehabt, die bedeutendsten Gelehrten aller verwandten Wissenschaften zu Hülfe zu rufen, um die bemerkenswerthen Morgen- und Abendröthen in den Jahren 1883 und 1884 und noch später dem winzigen Krakatoa zuschreiben zu lassen, wenn sie von dem oben entwickelten Standpunkte die Erscheinungen angesehen hätten. Nach dem einstimmigen Urtheile der „American Philosophical Society“ ist die aus obiger Grundanschauung hervorgehende Erklärung die einfachste und wahrscheinlichste¹³⁾.

Die Entstehung der Hagelstürme, die gradlinigen Bahnen der Hagelstreifen und der Parallelismus derselben, die Bildung der Hagelkörner an den heissesten Sommertagen, die concentrischen Lagen der abwechselnden schnee- und eisartigen Schichten normalgebildeter Hagelkörner etc. sind in meinem ersten der drei Vorträge, wie es scheint, zur Zufriedenheit der Meteorologen aus diesen Grundanschauungen erklärt worden; bis jetzt ist wenigstens noch keine Opposition erschienen. Ich könnte die Reihe von ungelösten Problemen noch um einige Hundert vermehren und aus diesen Grundanschauungen erklären. Am meisten aber spricht für die Richtigkeit dieser Grundanschauungen und Gesetze der Umstand, dass daraus gezogene richtige Schlussfolgerungen auf noch unbekannte Thatsachen und Erscheinungen führen, die beim genaueren Zusehen ihre Bestätigung finden¹⁴⁾.

¹³⁾ The remarkable Sunglows in the Fall of 1883 and 1884 by Wm. Blasius. American Philosophical Society's Proceedings, January 16. 1885.

¹⁴⁾ s. Fussnote p. 139 in „Storms“.

Analytische Untersuchungen von Stürmen, wie die am 1. Juli, geben uns die Handhabe zu dem Secierrmesser, mit dem wir in das innere Wesen dieser Erscheinungen dringen können. Leider für die Wissenschaft kommen solche Erscheinungen in Deutschland höchst selten und unvollkommen vor, und dann scheint ihre Wichtigkeit noch nicht so recht erkannt zu sein. Man will Alles mit den „Maxima und Minima“ oder den Druckverhältnissen erreichen. Diese Einseitigkeit hat, nach meinem Dafürhalten, zu manchen halbbrechenden Resultaten geführt, in denen die Dinge auf den Kopf gestellt erscheinen, z. B. „die Stürme machen nicht den Regen, sondern der Regen macht die Stürme und der Regen ist auch die Ursache, dass sie sich fortbewegen“. „Der Wind macht nicht die Wolken, sondern die Wolken machen den Wind“. „Der Wind macht nicht das Wetter, sondern das Wetter macht den Wind“. „Die Luftströme machen nicht das Minimum und das Maximum, sondern das Minimum und das Maximum verursachen die Luftströmungen“ etc. etc. Es freut mich indessen, dass man seit Kurzem einlenkt. Grützmacher, der Chef der Magdeburger Wetterwarte, hat in No. 67 der Magdeburger Ztg. 1893 einen interessanten Artikel veröffentlicht, in welchem er die Druckverhältnisse mit den Temperaturverhältnissen in Beziehung zu bringen sucht. Auch der oben erwähnte erste Aufsatz der Meteor. Ztschft. d. J. hat das lobenswerthe Bestreben, die Maxima und Minima mit der allgemeinen Cirkulation der Atmosphäre in Verbindung zu bringen. Das, was die „modernen“ Meteorologen jetzt erst suchen, ist in meinen Arbeiten schon längst und früher entwickelt worden, bevor noch Wetterwarten und Wetterkarten existirten.

Gerade, weil ich mich von dieser Thatsache durch mich selbst sowohl, wie durch andere vorurtheilsfreie Forscher überzeugt habe, machte der Ausdruck „moderne, geläuterte“ Meteorologie, mit welchem van Bebbber die jetzige Richtung bezeichnet hat (s. Wettersvorhersage von van Bebbber, p. 5, 4. Zeile von unten), einen solch komischen Eindruck

auf mich, dass ich die Entstehung und das Wesen dieser Richtung in meinem dritten der obengenannten drei Vorträge beleuchtete. Nicht ich, sondern van Bebbber, der Führer dieser Richtung, hat diese bescheidene Bezeichnung „fabrizirt“ und sich und seine Anhänger mit diesem Namen getauft.

So lange die modernen Fach-Meteorologen sich in geschlossenen Colonnen auf der allgemeinen, gebahnten Heerstrasse durch die reiche meteorologische Landschaft führen lassen, werden die auf ungebahnten Wegen mühsam gewonnenen Grundanschauungen, die ich hierin versucht habe, zur Anschauung zu bringen, geringe Würdigung erhalten; das meteorologische Laboratorium ist in der freien Natur, nicht im Zimmer und Büchern zu finden.

Ich sehe indessen zu meiner Freude, dass die in meinem Werke „Storms“, p. 251, vor ca. 20 Jahren empfohlenen Mittel zu umfassenden Untersuchungen in den letzten Paar Jahren benutzt und zu einiger Würdigung gekommen sind. Es heisst da unter „Meteor. Observation“, „Signal Service Bureaus should have also one or two Steamers and an experienced äronaut at their disposal“. Vielleicht liessen sich einige Schulschiffe der Marine hierzu benutzen, weniger um Gesetze zu entwickeln (denn solche müssen auf dem festen Lande gemacht werden), als die gemachten Gesetze zu verifiziren. Ein solches Verfahren ist namentlich für meine Gesetze der Hochdruckstürme, deren jetziges Unbekanntsein wohl die meisten Calamitäten verursacht, nothwendig und sehr zu empfehlen.

Die grösste Hoffnung für die Entwicklung und namentlich für die Popularisirung dieser Wissenschaft sehe ich in den lobenswerthen Bestrebungen der Berliner Urania-Gesellschaft, Wetterhäuschen in jeder Stadt anzubringen; das Interesse des Publikums muss für diese Wissenschaft gewonnen werden. Bis jetzt haben, so höre ich zu meinem Bedauern, diese Bestrebungen den erwünschten Erfolg noch nicht gehabt, und das war vorausszusehen. Ein Annoncen-

Bureau wird ja einem Jeden durch die Zeitungen ins Haus gebracht und die meteorologischen Instrumente, wie Barometer, Thermometer hat ja auch ein Jeder als Ziergegenstände in seinem Besitze, und, so viel ich weiss, hat noch Niemand einen besonderen Nutzen durch dieselben gehabt. Auch scheinen die höchst genialen Einrichtungen, den Gang dieser meteor. Instrumente, durch eine auf- und abgehende Curve automatisch auf einer Papierwalze aufzeichnen zu lassen, wie dies durch die Meteorographen jetzt geschieht, das Interesse des Publikums auf die Dauer nicht fesseln zu können; denn, wie ich gehört habe, stehen die Berliner Wetterhäuschen leer, und die, welche im Begriffe waren, solche Wetterhäuschen einrichten zu lassen, belachen sie.

Das Alles wird sich durch die Entdeckung der obigen Gesetze über die inneren Beziehungen zwischen Druck- und Temperaturveränderungen hoffentlich anders gestalten. Durch dieselben erhält das Wetterhäuschen seine eigentliche Bestimmung und fesselt durch ein dauerndes Interesse. Denn von jetzt an kann sich das Publikum mit einem Blicke auf die verschiedenen Curven selbst Belehrung verschaffen über das, was zur Erhaltung seiner Gesundheit und zum Gelingen seiner täglichen Unternehmungen zu wissen nothwendig ist — das künftige Wetter. Geht die Druckcurve aufwärts, so wird es kälter, d. h. die Wärmecurve geht abwärts. Geht die Druckcurve abwärts, so wird es wärmer, d. h. die Wärmecurve geht aufwärts. Gehen die Druck- und Wärmecurven beide aufwärts, so ist die Linie der grössten Temperaturdifferenz cd über uns hergegangen, d. h. die Wärme wird noch mehr steigen und was das bedeutet, haben wir am 1. Juli aus Erfahrung, in Braunschweig wenigstens, gelernt.

Wie die Erkenntniss der Bewegung der beiden Curven und der beiden entgegenstehenden Luftströmungen, mit dem kommenden Wetter in Beziehung zu bringen ist, werde ich anderswo ausführlicher behandeln. Jedenfalls hoffe ich

es kommen zu sehen, dass eine jede Stadt es in ihrem Interesse findet, nicht ein Wetterhäuschen, sondern ein Wetterhaus, einen grossen Saal zu bauen, in dem sie die automatischen meteor. Intrumente auf ihre Kosten aufstellt und einen oder besser zwei lebende Meteorologen anstellt, deren Pflicht es ist, die Instrumente zu beaufsichtigen, und zu geeigneten Zeiten die Factoren hinzuzufügen, die, wie die Wolken, nicht automatisch verzeichnet werden können, und dann dem wissbegierigen Publikum zu bestimmten Tageszeiten die nöthigen Belehrungen zu geben. Eine Darstellung der Curven (die in der jetzigen Einrichtung nur von Einem zur selben Zeit angesehen werden können), auf der gegenüberliegenden Wand im vergrösserten Massstabe herzustellen, so dass eine grosse Menge sie gleichzeitig sehen kann, wird der Urania-Gesellschaft nicht schwer und ihr Zweck dann erreicht werden.

